



ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD

051627 5. vydání Změna 1	ZKOUŠKY VOJENSKÉ TECHNIKY V ELEKTRICKÉM A ELEKTROMAGNETICKÉM PROSTŘEDÍ
---	---

ZAVÁDÍ	AECTP-500(E) ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL EFFECTS TESTS AND VERIFICATION Zkoušky a ověřování vlivu elektromagnetického prostředí STANAG 4370, Ed. 7 ENVIRONMENTAL TESTING Zkoušky vlivu prostředí STANAG 7158, Ed. 1 ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE, TEST METHODS FOR AEROSPACE GROUND EQUIPMENT Elektromagnetické rušení (interference) a zkušební metody pro zařízení pozemního zabezpečení letadel
NAHRAZUJE	ČOS 051627, 5. vydání ZKOUŠKY VOJENSKÉ TECHNIKY V ELEKTRICKÉM A ELEKTROMAGNETICKÉM PROSTŘEDÍ

ČOS 051627
5. vydání
Změna 1

(VOLNÁ STRANA)

ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD

ZKOUŠKY VOJENSKÉ TECHNIKY V ELEKTRICKÉM A ELEKTROMAGNETICKÉM PROSTŘEDÍ

Základem pro tvorbu tohoto standardu byly následující originály dokumentů:

AECTP-500(E)	ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL EFFECTS TESTS AND VERIFICATION Zkoušky a ověřování vlivu elektromagnetického prostředí
STANAG 4370	ENVIRONMENTAL TESTING Zkoušky vlivu prostředí
STANAG 7158, Ed. 1	ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE, TEST METHODS FOR AEROSPACE GROUND EQUIPMENT Elektromagnetické rušení (interference) a zkušební metody pro zařízení pozemního zabezpečení letadel

© Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti

Praha 2022

ČOS 051627
5. vydání
Změna 1

(VOLNÁ STRANA)

OBSAH

1	Předmět standardu	17
2	Nahrazení standardů (norem)	17
3	Související dokumenty	17
4	Zpracovatel ČOS	18
5	Použité definice.....	18
6	Zkratky	55
7	Kategorie 500 – Zkoušky vlivu Elektromagnetického prostředí (E3).....	57
7.1	Související dokumenty	57
7.2	Zkratky	57
7.3	Úvod	58
7.4	Požadavky	59
7.4.1	Externí rádiové kmitočty EME	59
7.4.2	Výběr zkoušek pro smluvní použití	59
7.4.3	Vliv komerčních (COTS) a vojenských (MOTS) zařízení	59
7.5	Kategorie zkoušek E3 a požadavky	60
7.5.1	Úvod	60
7.5.2	Použití.....	60
7.5.3	Kombinované zkoušky	60
7.5.4	Zkoušky a ověření úplného materiálu	61
7.5.5	Kategorie 501 – Zkoušky zařízení a podsystémů	61
7.5.6	Kategorie 502 – Zkoušky zařízení výstroje a přenosných zařízení	61
7.5.7	Kategorie 503 – Zkušební postupy pozemních pomocných zařízení	61
7.5.8	Kategorie 504 – Úvod ke zkouškám platform a systémů	61
7.5.9	Kategorie 505 – Zkoušky leteckých platform a systémů	62
7.5.10	Kategorie 506 – Zkoušky námořních platform a systémů	62
7.5.11	Kategorie 507 – Zkoušky pozemních platform a systémů.....	62
7.5.12	Kategorie 508 – Zkoušky výbroje/munice	62
7.5.13	Kategorie 509 – Kosmický prostor	63
7.5.14	Kategorie 510 – Různé zkoušky	63
8	Kategorie 501 – Zkoušky zařízení a podsystémů	80
8.1	Související dokumenty	80
8.1.1	Normativní	80

8.1.2	Informativní dokumenty.....	83
8.2	Zkratky	84
8.3	Definice	85
8.4	Cíl	86
8.4.1	Účel.....	86
8.5	Použitelnost a požadavky	87
8.5.1	Úvod	87
8.5.2	Požadavky regulace EMI v porovnání se zamýšlenou instalací.....	88
8.5.3	Předměty zkušebního programu	90
8.5.4	Řízení a plánování zkušebních postupů	90
8.5.5	Uvažované prostředí	91
8.5.6	Elektromagnetické parametry / požadované úrovně	91
8.5.7	Společné požadavky	92
8.6	Zkoušky	96
8.6.1	Uspořádání zkoušeného zařízení	96
8.6.2	Zkušební podmínky.....	96
8.6.3	Požadované informace	97
8.6.4	Poruchová kritéria	98
8.6.5	Všeobecné požadavky	99
8.6.6	Ověřovací požadavky	100
8.6.7	Podrobné požadavky zkušebních metod	141
8.6.8	Jednotky při měření v kmitočtové oblasti	141
8.6.9	Požadavky na emise a susceptibilitu, meze a zkušební postupy.....	142
8.6.10	Zkušební postupy.....	199
8.6.11	NCE01 – Vedené emise, napájecí vodiče, 30 Hz až 10 kHz	199
8.6.12	NCE02 –Vedené emise, napájecí vodiče, 10 kHz až 10 MHz	205
8.6.13	NCE03 – Vedené emise, anténní konektor, 10 kHz až 40 GHz.....	209
8.6.14	NCE04 – Vedené emise, přenášené přechodové produkty na napájecích vodičích.....	216
8.6.15	NCE05 – Vedené emise, napájecí, signálové a řídicí vodiče, 30 Hz až 150 MHz	225
8.6.16	NCS01 – Susceptibilita na vedené emise, napájecí vodiče, 30 Hz až 150 kHz.....	232
8.6.17	NCS02 – Susceptibilita na vedené emise, řídicí a signálové vodiče, 20 Hz až 50 kHz.....	238

8.6.18	NCS03 – Susceptibilita na vedené emise, anténní vstup, intermodulace, 15 kHz až 10 GHz.....	241
8.6.19	NCS04 – Susceptibilita na vedené emise, anténní vstup, potlačení nežádoucích signálů, 30 Hz až 20 GHz.....	242
8.6.20	NCS05 – Susceptibilita na vedené emise, anténní vstup, křížová modulace, 30 Hz až 20 GHz.....	242
8.6.21	NCS06 – Susceptibilita na vedené emise, únikový proud, 60 Hz až 100 kHz..	243
8.6.22	NCS07 – Susceptibilita na vedené emise, injektáž do kabelového svazku, 10 kHz až 200 MHz.....	246
8.6.23	NCS08 – Susceptibilita na vedené emise, injektáž do kabelového svazku, impulzní buzení.....	252
8.6.24	NCS09 – Susceptibilita na vedené emise, tlumená sinusovka, kabely a napájecí vodiče, 10 kHz až 100 MHz.....	258
8.6.25	NCS10 – Susceptibilita na vedené emise, přímý výboj blesku (letadla/výzbroj).....	264
8.6.26	NCS11 – Susceptibilita na vedené emise, přivedený nízký kmitočet, susceptibilita napájecích vodičů (námořní systémy)	275
8.6.27	NCS12 – Elektrostatický výboj.....	279
8.6.28	NCS13 – Susceptibilita na vedené emise, přechodové jevy, napájecí vodiče .	287
8.6.29	NRE01 – Vyzařované emise, magnetické pole, 30 Hz až 100 kHz.....	293
8.6.30	NRE02 – Vyzařované emise, elektrické pole, 10 kHz až 18 GHz.....	299
8.6.31	NRE03 – Vyzařované emise, rušivé a harmonické produkty na anténních výstupech, 10 kHz až 40 GHz.....	309
8.6.32	NRS01 – Susceptibilita na vyzařované emise, magnetické pole, 30 Hz až 100 kHz.....	314
8.6.33	NRS02 – Susceptibilita na vyzařované emise, elektrické pole, 2 MHz až 40 GHz.....	324
8.6.34	NRS03 – Susceptibilita na vyzařované emise, přechodové jevy, elektromagnetické pole	340
8.6.35	NRS04 – Susceptibilita na vyzařované emise, stejnosměrné magnetické pole (DC)	347
9	Kategorie 502 – Zkoušky přenosných zařízení a součástí výstroje	353
9.1	Související dokumenty	353
9.2	Zkratky	353
9.3	Cíl	354
9.4	Použití a požadavky.....	354
9.4.1	Použití.....	354
9.4.2	Návod	354

9.4.3	Všeobecné požadavky	354
9.4.4	Požadavky rozhraní	354
9.4.5	Ověřovací požadavky	354
9.4.6	Tolerance měření	355
9.4.7	Stíněný prostor	355
9.4.8	Další zkušební místa	355
9.4.9	Úroveň okolního elektromagnetického pozadí	355
9.4.10	Zemní plocha	355
9.4.11	Impedance napájecího zdroje	355
9.4.12	Předběžná bezpečnostní opatření	355
9.4.13	Uspořádání zkoušeného zařízení	355
9.4.14	Představitel zkoušeného zařízení	356
9.4.15	Propojování zkoušeného zařízení	356
9.4.16	Rázy a vibrace	356
9.4.17	Ochranné zemnění	356
9.4.18	Orientace zkoušeného zařízení	356
9.4.19	Konstrukce a uspořádání kabelů zkoušeného zařízení	356
9.4.20	Provoz zkoušeného zařízení	356
9.4.21	Použité měřicí vybavení	356
9.4.22	Detektor	357
9.4.23	Počítačem řízené přijímače	357
9.4.24	Zkoušky emisí	357
9.4.25	Zkoušky susceptibility	357
9.4.26	Kalibrace zkušebního zařízení	357
9.5	Zkoušky	357
9.5.1	Použitelnost zkoušek	357
9.5.2	Obecné zkušební požadavky	358
9.5.3	Požadavky EMI s ohledem na zamýšlenou instalaci	359
9.5.4	Podrobné požadavky zkušebních metod	360
9.5.5	Zkušební postupy	366
10	Kategorie 503 – Zkušební postupy pro pozemní pomocná zařízení	396
10.1	Související dokumenty	396
10.2	Zkratky	396
10.3	Cíl	396
10.4	Použitelnost a požadavky	397

10.5	Zkoušky	397
10.5.1	Kategorie leteckých pozemních pomocných zařízení (AGSE)	397
10.5.2	Pomocná zařízení pro námořnictvo	398
10.5.3	Pomocná zařízení pro všeobecné použití (GSPE)	400
10.5.4	Typy pomocných pozemních zařízení letectva (AGSE)	400
10.5.5	Volba mezi	400
11	Kategorie 504 – Úvod do ověřování a zkoušek platform a systémů	411
11.1	Související dokumenty	411
11.2	Zkratky	412
11.3	Cíl	413
11.4	Použitelnost a požadavky	413
11.4.1	Obecné informace	413
11.4.2	Poradní orgán pro zajištění elektromagnetické kompatibility (EMCAB)	414
11.5	Zkoušky	414
11.5.1	Rezerva	414
11.5.2	Vnitřní elektromagnetická kompatibility systému	414
11.5.3	Externí elektromagnetické prostředí	414
11.5.4	Program pro zkoušky a ověření E3	414
11.5.5	Místo zkoušky	415
11.5.6	Analýza nebezpečí z hlediska funkce	415
11.5.7	Bezpečnost z hlediska rádiových kmitočtů (RADHAZ)	415
11.5.8	Zkoušky EMC zdroj – oběť	416
11.5.9	EMC podpůrných zařízení vozidla/platformy	416
11.5.10	EMC zkoušky z hlediska rádiové komunikace a radiolokátorů	416
11.5.11	Nevyvinuté a komerční položky (COTS/MOTS)	416
11.5.12	Kompatibilita elektromagnetického spektra	417
11.5.13	Elektrické spojování	417
11.5.14	Blesk	417
11.5.15	EMSEC/TEMPEST	417
11.5.16	Regulace emisí (EMCON)	418
11.5.17	Dokumentace a dodávky	418
12	Kategorie 505 – Zkoušky E3 leteckých platform a systémů	420
12.1	Související dokumenty	420
12.2	Zkratky	420

12.3	Cíl	421
12.4	Použití a požadavky	421
12.4.1	Použití	421
12.4.2	Požadavky	421
12.4.3	Systémy technického řešení ověřování E3	422
12.5	Zkoušky	423
12.5.1	Ideální závěrečná ověřovací EM zkouška	423
12.5.2	Příklad praktického přístupu	424
12.5.3	Postup ověřování	425
12.5.4	Zkoušky elektromagnetické kompatibility (EMC) uvnitř systému	445
13	Kategorie 506 – Zkoušky námořních platform a systémů	447
13.1	Související dokumenty	447
13.2	Zkratky	448
13.3	Cíl	449
13.4	Použitelnost	450
13.5	Všeobecné požadavky	450
13.5.1	Informace o emisích	450
13.5.2	Informace o susceptibilitě	451
13.6	Zkoušky E3 a ověřovací program	452
13.6.1	Kvalita napájení	453
13.6.2	Elektromagnetické pozadí	453
13.6.3	Intenzita pole uvnitř a vně lodního trupu	461
13.6.4	Potlačení interference vysílačů a přijímačů na palubě plavidla	462
13.6.5	Vyzařování všech vysílačů plavidla	463
13.6.6	Útlum lodního trupu	467
13.6.7	Spektrum vysílacích systémů	468
13.6.8	Vyzařovací diagramy lodních komunikačních antén	468
13.6.9	Specifikace komunikačních antén	469
13.6.10	Susceptibilita na impulzní prostředí (NEMP a LEMP)	469
13.6.11	Zjišťování nebezpečného záření	470
13.6.12	Protokol o interferenci	472
13.6.13	Zkušební a znalecká certifikace	473
13.7	Podrobné požadavky	473
13.7.1	Zemnění/kostření	474
13.7.2	Stíněné kabely	475

13.7.3	Spojování kabelových ucpávek nebo kabelových trubek	476
13.7.4	Oddělení výkonových a citlivých datových kabelů	477
14	Kategorie 507 – Zkoušky pozemních platforem a systémů.....	481
14.1	Související dokumenty	481
14.1.1	Normativní	481
14.1.2	Informativní	484
14.2	Zkratky	485
14.3	Cíl	487
14.4	Použitelnost a požadavky	487
14.4.1	Použitelnost	487
14.4.2	Všeobecné požadavky	488
14.4.3	Požadavky na ověření	488
14.4.4	Zkušební místa	488
14.5	Zkoušky	491
14.5.1	Všeobecné	491
14.5.2	Specifické E3 zkušební a ověřovací požadavky	492
15	Kategorie 508 – Zkoušky výzbroje/munice a postupy ověřování	560
15.1	Související dokumenty	560
15.1.1	Normativní	560
15.2	Definice	560
15.3	Zkratky	563
15.4	Cíl	563
15.5	Použitelnost a požadavky	564
15.6	Struktura	564
16	Kategorie 508 Část 1 – Návod pro zkoušky Elektromagnetické zranitelnosti výzbroje a zbraňových systémů	565
16.1	Související dokumenty	565
16.2	Zkratky	565
16.3	Cíl	565
16.4	Použitelnost a požadavky	566
16.4.1	Použitelnost	566
16.4.2	Požadavky	566
16.5	Zkoušky	567
16.5.1	Úvod	567
16.5.2	Zkušební požadavky	567

16.5.3	Plánování zkoušek.....	567
16.5.4	Zkušební postupy.....	568
16.5.5	Protokol ze zkoušky.....	572
17	Kategorie 508 Část 2 – Elektrostatický výboj, zkušební postupy pro munici....	575
17.1	Související dokumenty	575
17.1.1	Normativní	575
17.1.2	Informativní	575
17.2	Zkratky	575
17.3	Cíl	576
17.4	Použitelnost a požadavky	576
17.4.1	Použitelnost	576
17.4.2	Požadavky	576
17.5	Zkoušky	576
17.5.1	Úvod	576
17.5.2	Volba zkušebního postupu.....	577
17.5.3	Zkušební plán	582
17.5.4	Zkušební postupy.....	583
17.5.5	Zkušební protokol	584
18	Kategorie 508 Část 3 – Zkušební postupy pro nebezpečné vyzařování z hlediska výzbroje.....	598
18.1	Související dokumenty	598
18.1.1	Normativní	598
18.1.2	Informativní	598
18.2	Zkratky	598
18.3	Cíl	599
18.4	Použití a požadavky.....	600
18.4.1	Použití.....	600
18.4.2	Požadavky	600
18.5	Zkoušky	600
18.5.1	Podklady	600
18.5.2	Zkušební požadavky HERO.....	602
18.5.3	Plánování zkoušek.....	607
18.5.4	Zkušební postupy.....	611
18.5.5	Analýza údajů	616
18.5.6	Protokol o zkoušce.....	618

19	Kategorie 508 Část 4 – Blesk (Atmosférický výboj), hodnocení munice a zkušební postupy	628
19.1	Související dokumenty	628
19.1.1	Normativní	628
19.1.2	Informativní	628
19.2	Zkratky	628
19.3	Cíl	629
19.4	Použitelnost a požadavky	629
19.4.1	Použitelnost	629
19.4.2	Požadavky	630
19.5	Posuzování munice z hlediska účinků blesku	630
19.5.1	Úvod	630
19.5.2	Prostředí blesku a parametry návrhu konstrukce	630
19.5.3	Cíl ochranného plánu proti blesku	630
19.5.4	Přehled dokumentů pro ochranu proti blesku	630
19.5.5	Rozsah analýzy konstrukce z hlediska blesku	631
19.5.6	Zkušební průběhy blesku	632
19.5.7	Zkušební plán a harmonogram	632
19.5.8	Prezentace dokumentů, analýza rizik a doporučení pro schválení	633
19.6	Ověření nebezpečí způsobeného přechodovými jevy indukovanými na vodičích munice	633
19.6.1	Úvod	633
19.6.2	Ověření požadavků za použití modelování	633
19.6.3	Ověření požadavků bez použití modelování	635
19.6.4	Použité rezervy	637
19.6.5	Požadavky na dodatečné vyhodnocení EID a zapalovačů	637
19.7	Posouzení nebezpečí pro výbušniny a palivo	637
19.7.1	Úvod	637
19.7.2	Požadavky hodnocení	637
19.7.3	Povinné zkoušky	639
19.8	Zkušební metody blesku	640
19.8.1	Úvod	640
19.8.2	Zkušební metody	640
19.8.3	Všeobecné zkušební podmínky	640

20	Kategorie 508 Část 5 – Zkušební postupy jaderného elektromagnetického impulzu pro munici, která obsahuje elektricky rozněcovatelné zařízení	722
20.1	Související dokumenty	722
20.1.1	Normativní	722
20.1.2	Informativní	722
20.2	Zkratky	722
20.3	Cíl	723
20.4	Použitelnost a požadavky	723
20.4.1	Použitelnost	723
20.4.2	Požadavky	723
20.5	Zkoušky	724
20.5.1	Úvod	724
20.5.2	Zkušební požadavky	724
20.5.3	Zkušební plán	727
20.5.4	Zkušební postup	729
20.5.5	Zpracování výsledků	736
21	Kategorie 510 – Různé zkoušky	737
21.1	Cíl	737
21.2	Použitelnost	737
21.3	Struktura	737
22	Kategorie 510 Část 1 – Zkušební postupy ověřování elektromagnetického stínění krytů	738
22.1	Související dokumenty	738
22.1.1	Normativní	738
22.1.2	Informativní	738
22.2	Cíl	738
22.3	Použitelnost a požadavky	738
22.4	Zkoušky	738
22.4.1	Útlum (Stínicí účinnost).....	738
22.4.2	Stínicí kryt	739
22.4.3	Metoda měření stínicí účinnosti	739
23	Kategorie 510 Část 2 – Použití vysílačů s malým výkonem v blízkosti zbraní .	740
23.1	Související dokumenty	740
23.2	Zkratky	740
23.3	Cíl	740

23.4	Použitelnost a požadavky	740
23.4.1	Použitelnost	740
23.4.2	Požadavky	741
23.5	Zkušební metody a meze	741

ČOS 051627
5. vydání
Změna 1

(VOLNÁ STRANA)

1 PŘEDMĚT STANDARDU

ČOS 051627, 5. vydání, Změna 1, zavádí AECTP-500, Ed. E, STANAG 4370 a STANAG 7158 Ed. 1 do prostředí ČR. Ke STANAG 4370 se ČR rozhodla přistoupit a zavést s výhradou. Výhrada se týká zákazu používání, vývoje, výroby, skladování a převozu kazetové munice a o jejím zničení v souladu se zákonem č. 213/2011 Sb. Tato výhrada se nepromítne v textu tohoto ČOS. ČOS 051627, 5. vydání, Změna 1, neřeší vliv okolního prostředí na kazetovou munici.

Jeho účelem je stanovení jednotných zkušebních postupů a metod pro zjištění susceptibility vojenského materiálu, působení elektrického a elektromagnetického prostředí a jeho elektromagnetických emisí.

ČOS 051627, 5. vydání, Změna 1, obsahuje generické zkušební postupy a metody, ze kterých je nutno sestavit specifické zkušební plány. Označení zkušebních postupů a metod a struktura ČOS odpovídá spojenecké publikaci AECTP-500, Ed. E.

ČOS 051627, 5. vydání, Změna 1, obsahuje úplný přehled aktuálních zkušebních metod. Přehled není konečný. Pokud budou vyvinuty nové metody, bude se revidovat. Není nutné použít všechny uvedené zkoušky, přehled zkoušek slouží spíše jako návod pro vytváření zkušebních plánů pro konkrétní aplikace podle požadavků.

Při sestavování zkušebních plánů je třeba zvážit předpokládaný životní cyklus zkoušeného zařízení. Je nutno také zvážit celkové poškození, způsobené dlouhodobým vystavením různému elektrickému a elektromagnetickému prostředí a odpovídající změny susceptibility na jeho působení. Dále je třeba uvažovat všechna rozhraní zkoušeného zařízení.

Zde uvedené zkušební metody mají poskytnout dostatečné ověření emisí zkoušeného předmětu a jeho susceptibilitu na působení elektrických a elektromagnetických jevů při jeho funkci. Zkoušky nemohou nahradit skutečné elektrické a elektromagnetické jevy, ale kde je to možné, poskytují informace o omezeních nebo možnostech konkrétních zařízení.

Standard obsahuje zkoušky „Kategorie 501 – 510“

Pokud jsou dostupné naměřené údaje, doporučuje se jejich použití.

2 NAHRAZENÍ STANDARDŮ (NOREM)

Tento ČOS nahrazuje ČOS 051627, 5. vydání.

3 SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY

ČSN EN ISO 10012 Systémy managementu měření – Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení

ČSN EN 61000-4-2 ed.2 Elektromagnetická komptabilita (EMC) – Část 4-2: Zkušební a měřicí technika – Elektrostatický výboj – Zkouška odolnosti

ČSN EN 61140, ed. 3 Ochrana před úrazem elektrickým proudem – Společná hlediska pro instalaci a zařízení

Nařízení vlády o ochraně zdraví před neionizujícím zářením

č. 291/2015 Sb.

Vyhláška č. 50/1978 Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého
Sb. báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektrotechnice

Vzhledem k rozsahu dokumentu jsou další citované dokumenty součástí jednotlivých
kategorií v článcích „Související dokumenty“.

4 ZPRACOVATEL ČOS

Vojenský technický ústav, s.p., odštěpný závod VTÚPV, Doc. RNDr. Oldřich
Vrána, CSc.

5 POUŽITÉ DEFINICE

absorpce (absorption)

přeměna části nebo veškeré energie elektromagnetické vlny na jinou formu energie
vlivem materiálu

akční integrál (action integral)

energie proudu procházejícího odporem, vyjádřená jako $\int i^2 dt$ a měřená
v jednotkách $A^2 \cdot s$ nebo J/Ω

aktivní elektronické ochranné opatření (active electronic protective measures)

detekovatelná opatření, jako je např. změna parametrů vysílače, pro efektivní využití
vhodného elektromagnetického spektra

amplitudová modulace (amplitude modulation) AM

postup, při kterém sinusová průběžná vlna mění svoji amplitudu vlivem jiného
signálu, který obsahuje informaci

anechoická komora (anechoic enclosure)

místnost, jejíž stěny mají pro elektromagnetické pole velmi malou odrazivost

anténa (antenna)

část rádiového vysílacího nebo přijímacího systému, která je navržena, aby zajistila
vazbu mezi vysílačem nebo přijímačem a prostředím, ve kterém se šíří rádiové vlny

POZNÁMKY

- 1 V praxi se musí svorky antény považovat za rozhraní mezi anténou vysílače
nebo přijímače.
- 2 Pokud je vysílač nebo přijímač připojen napájecím vedením k anténě, může se
tato považovat za převodník mezi napájecím vedením a okolním prostorem.

anténní faktor (receive antenna factor)

veličina, která vyjadřuje převod mezi intenzitou elektromagnetického pole,
do kterého je anténa vložena a napětím na jejím výstupu

POZNÁMKY

- 1 Není závislý na geometrii měřeného objektu.
- 2 Je spojen s polaritou pole.
- 3 Do tohoto faktoru se obvykle nezapočítávají ztráty v kabelu.

anténní faktor ve volném prostoru (receive free space antenna factor)

anténní faktor bez vlivu jakýchkoliv okolních objektů

anténní svazek (antenna beam)

hlavní lalok vyzařovacího diagramu

bezpečná vzdálenost (safety distance)

minimální vzdálenost, při které není překročena povolená úroveň ozáření vojenského materiálu nebo osob

bezpečné oddělení stavů (stockpile-to-safe separation sequence) S4

jednotlivé stavy nebo fáze, které začínají výrobou munice a pokračují, dokud není munice spotřebována nebo umístěna do bezpečné vzdálenosti od odpalovacího zařízení na vozidle, platformě nebo systému

POZNÁMKA Proces S4 může obsahovat dvě nebo více různých fází z následujících šesti: doprava/uložení/, montáž/demontáž, rozmístování, manipulace/nabíjení, odpalovací rampa, po odpálení.

blesk (lightning)

úplný elektrický nebo elektromagnetický jev, který se může vyskytnout, uvnitř mraku, mezi mraky nebo mezi mrakem a zemí; může obsahovat jeden nebo více zpětných úderů plus střední nebo průběžné proudy

blízký výboj (nearby flash)

výboj blesku, který se nepřipojí přímo ke zbrani nebo zbraňovému systému, ale díky své blízkosti indukuje ve zbrani nebo zbraňovém systému významný proud, ať už vazbou elektrického nebo magnetického pole, zemními proudy nebo jejich kombinacemi

body přitažení (attachment points)

místa na povrchu zbraně, kde proud blesku vstupuje nebo vystupuje

POZNÁMKA Tato místa musí být nejméně dvě, ale vlivem rozmítaného úderu při pohybu vozidla jich může být mnohem více.

brána (port)

přístupové místo zařízení nebo sítě, kudy může pronikat nebo unikat energie, nebo kde je možno sledovat a měřit změny zařízení nebo sítě

POZNÁMKA V případě přenosové linky nebo vlnovodu se brána charakterizuje specifikovanou referenční plochou a specifikovaným režimem. Každý nezávislý režim se považuje symbolicky za samostatnou bránu.

celkové harmonické zkreslení (total harmonic distortion) THD

poměr efektivní hodnoty součtu úrovní všech harmonických složek až do určitého řádu (doporučené označení: H) a efektivní hodnoty úrovně základní složky

$$THD = \sqrt[2]{\sum_{h=2}^{h=H} \left(\frac{Q_h}{Q_1}\right)^2}$$

kde

Q = buď proud nebo napětí,

Q_1 = efektivní hodnota základní složky,

h = řád harmonické,

Q_h = efektivní hodnota složky h -tého řádu,

h se obvykle rovná 50, ale také 25 v případě, že riziko rezonancí na vyšších harmonických je nízké.

citlivost přijímače (sensitivity of a receiver)

minimální vstupní signál, který je nutný k tomu, aby se dosáhlo specifikovaného odstupu signál-šum nebo jiného specifikovaného kritéria výstupního signálu; vstupní signál se může vyjádřit jako výkon (dBm) nebo intenzita pole $\mu\text{V/m}$ pro definovanou impedanci vstupních obvodů přijímače

částečné ozáření (partial-body exposure)

stav, kdy je tělo vystaveno lokálním zdrojům nebo zdrojům vyzařování s malými rozměry v porovnání s lidským tělem nebo umístěním části těla do prostorově omezeného pole

činitel signál/rušení (jamming to signal ratio)

poměr, obvykle vyjádřený v dB, výkonu rušivého a užitečného signálu v daném bodě

číslicová modulace (digital modulation)

proces, při kterém se mění charakteristiky nosného signálu na předem definované diskrétní hodnoty ve shodě s funkcí číslicové modulace

detektor efektivní hodnoty (root-mean-square detector)

detektor, na jehož výstupu je napětí, které odpovídá efektivní hodnotě použitého signálu nebo šumu

POZNÁMKA Efektivní hodnota platí pro specifikovaný časový interval.

difuzní tok (diffusion flux)

magnetický tok, který proniká vodivými částmi krytu

POZNÁMKY

1 Tento průnik zkresluje a tlumí vnější tok.

2 Amplituda závisí na odporu materiálu, přes který magnetické pole proniká.

doba průměrování (averaging time)

vhodný časový úsek, ve kterém se určuje průměrná úroveň ozáření pro účely určení shody s hodnotou přípustné úrovně ozáření

doba vzestupné hrany impulzu (pulse rise time)

časový interval mezi úrovní 10 % a 90 % vrcholové hodnoty vzestupné hrany impulzu, pokud není stanoveno jinak

doba zotavení napěťového přechodového děje (voltage transient recovery time)

jedná se o dobu od začátku přechodového děje až do okamžiku zotavení napětí, které se od tohoto okamžiku drží v mezích uživatelské napěťové tolerance

doba zotavení přechodu kmitočtu (frequency transient recovery time)

časový úsek od počátku rušení do zotavení kmitočtu tak, že zůstává v tolerančním pásmu kmitočtu

druhotné vyzařované pole (re-radiated field)

pole rádiových kmitočtů, které je důsledkem proudů v druhotných, převážně vodivých objektech, tvořených elektromagnetickými vlnami, které působí na tento objekt z jedné nebo více primárně vyzařujících struktur nebo antén; druhotné vyzařované pole se někdy označuje jako odražené nebo rozptýlené pole

POZNÁMKA Rozptylový objekt se někdy označuje jako zpětný, druhotný nebo parazitický zářič.

důležité pro splnění úkolu (mission critical)

podmínky, události, provoz, postup nebo položka, které mohou při výskytu zamezit splnění bojového úkolu, významně snížit provozní schopnost nebo významně zvýšit zranitelnost systému

efekt předních dveří EMC (front door EMC effect)

rušivý vliv, vytvářený nezamýšlenou elektromagnetickou energií, která do systému vstupuje anténami a snímači; výsledkem je zhoršení funkce systému

efekt zadních dveří EMC (back door EMC effect)

rušivý vliv, vytvářený elektromagnetickou energií, která do systému vstupuje jinou cestou než anténami a snímači; výsledkem je zhoršení funkce systému

efektivní hodnota (root-mean-square)

hodnota, která se vztahuje k jouleovu teplu periodické elektromagnetické vlny; druhá odmocnina zjišťované hodnoty okamžité velikosti elektrického nebo magnetického pole se určuje z úplného cyklu

ekvivalentní výkonová hustota rovinné vlny (plane-wave-equivalent power density)

stav, při kterém se velikost výkonové hustoty elektromagnetické vlny rovná výkonové hustotě rovinné vlny, která má stejnou intenzitu elektrické (E) a magnetické složky (H)

elektrické pole (electric field)

základní složka elektromagnetické vlny, která existuje mezi dvěma body s různým potenciálem v prostoru

elektrické propojení (bonding)

proces spojování kovových částí tak, aby se dosáhlo vysoké vodivosti pro stejnosměrný proud a nízkého útlumu pro střídavý proud

elektrické spojení (electrical bond)

jakékoliv pevné spoje, které existují mezi vodivými povrchy a které zajišťují elektrické propojení mezi objekty

POZNÁMKA Takové spoje se vyznačují buď fyzickým kontaktem mezi vodivými povrchy objektů, nebo se jedná o dodatečné spolehlivé elektrické spojení mezi nimi.

elektricky rozněcovatelný prostředek (electrically initiated device)

jakákoliv součástka zbraně nebo podsystém inicializovaný elektrickým způsobem a poskytující explozivní, pyrotechnický nebo mechanický účinek za účelem explozivní, pyrotechnické nebo elektrotermální akce

elektro-explozivní prostředek (electro-explosive device)

jednorázové explozivní nebo pyrotechnické zařízení, používané jako rozněcovací prvek ve výbušné náplni, které se aktivuje elektrickou energií

elektro-explozivní prostředek leteckých podsystémů (aircraft electro-explosive sub-system)

sestava součástek, které ovládají, monitorují a aktivují elektrické rozněcovače ve výbušných, zápalných nebo mechanických zařízeních

elektricky rozněcovatelný prostředek s nízkooporovým můstkem (exploding bridge-wire electro-explosive device)

elektricky rozněcovatelný prostředek, ve kterém se elektrické vlákno vlivem krátkého impulsu s vysokou energií rychle ohřeje, částečně odpaří a pak exploduje, čímž se vytvoří částice s vysokou energií, které vyvolají detonaci v okolní relativně necitlivé výbušné náplni, která je s vláknem v přímém kontaktu

elektro-explozivní prostředek s proužkovým můstkem (film bridge electro-explosive device) FB EED

elektricky rozněcovatelný prostředek, ve kterém se při průchodu proudu odporovým, ve vakuu umístěným proužkem nebo fólií velmi malých rozměrů vytvoří teplo, které roznítí primární výbušnou náplň, která je s proužkem nebo fólií v přímém kontaktu

elektromagnetická bariéra (electromagnetic barrier)

uzavřený prostor, tvořený vodivým materiálem, který vykazuje určitý stupeň stínící účinnosti, obvykle vyjadřované v dB; tento prostor je zabezpečen proti průniku elektromagnetického pole jakýmkoliv způsobem

POZNÁMKA V ideálním případě se jedná o tzv. „Faradayovu klec“.

elektromagnetická kompatibilita (electromagnetic compatibility)

schopnost zařízení nebo systému pracovat v daném elektromagnetickém prostředí, aniž by samo působilo jako nepřijatelný zdroj rušení v tomto prostředí

elektromagnetická susceptibilita (electromagnetic susceptibility)

neschopnost přístroje, zařízení nebo systému pracovat bez zhoršení funkce, za přítomnosti elektromagnetického rušení

elektromagnetická vlna (electromagnetic wave)

je charakteristická šířením časově proměnného elektromagnetického pole

POZNÁMKA Elektromagnetická vlna je způsobena změnami elektrických nábojů nebo elektrických proudů.

elektromagnetická zranitelnost (electromagnetic vulnerability)

vlastnosti systému, které způsobují zhoršení funkce nebo schopnosti provádět požadované funkce jako výsledek elektromagnetického ovlivňování

elektromagnetická interference (electromagnetic interference)

jakékoliv elektromagnetické rušení ať již úmyslné nebo neúmyslné, které přerušuje, brání nebo jinak zhoršuje správný provoz elektronických nebo elektrických zařízení

elektromagnetické rušení (electromagnetic disturbance)

libovolný elektromagnetický jev, který působí jako zdroj rušení a v daném elektromagnetickém prostředí může být příčinou nesprávné funkce elektrického zařízení

elektromagnetické prostředí (electromagnetic environment)

všechny elektromagnetické jevy v dané lokalitě

elektromagnetické vyzařování (electromagnetic radiation)

energie přenášená prostorem ve formě elektromagnetických vln

elektromagnetický impulz blesku (lighting electromagnetic pulse) LEMP

elektromagnetické vyzařování spojené s výbojem blesku

POZNÁMKA Výsledné elektrické nebo magnetické pole může vytvořit vazbu s elektrickými nebo elektronickými systémy a vytvořit nebezpečný proud nebo napěťové rázy.

elektronické klamání (electronic deception)

způsob elektronických protiopatření; úmyslné vyzařování, zpětné vyzařování, změna, absorpce nebo odraz elektromagnetické energie s úmyslem způsobit nesprávnou funkci elektrického zařízení protivníka

elektronická protiopatření (electronic countermeasures)

součást elektronického boje, která umožňuje chránit nebo snižovat vliv nepřátelských útoků při použití elektromagnetické energie v elektromagnetickém spektru; používají se tři, hlavní protiopatření:

Elektronické rušení signálů (jamming)

Elektronické klamání

Elektronická neutralizace.

elektronický systém, důležitý z hlediska bezpečnosti (safety critical electronic system)

elektronický systém, jehož poškození nebo ztráta funkce vede k přímému ohrožení zdraví osob nebo ztrátě vojenského materiálu

elektrostatický výboj (electrostatic discharge) ESD

přenos elektrického náboje mezi blízkými objekty s různým elektrostatickým potenciálem nebo přímým kontaktem

elektrostatický náboj vytvářený srážkami (precipitation static)

elektrostatické nabíjení prostředí vlivem triboelektrického jevu, ionizovanými zplodinami motoru a gradienty pole; elektromagnetické ovlivňování vytvářené výfukovými plyny, vybíjením přes ostré hrany, korónou na nekovových površích a oblouky mezi nedostatečně spojenými body nebo panely

emise mimo pásmo (out-of-band emission)

emise kmitočtu nebo kmitočtů bezprostředně mimo vyhrazené pásmo, které jsou způsobeny modulačním procesem

POZNÁMKA Jakýkoliv nezamýšlený signál produkovaný na kmitočtu uvnitř rozsahu, jehož meze jsou definovány středním kmitočtem ± 250 % vyhrazené šířky pásma emisí, je obecně označen jako emise mimo pásmo, pokud je signál mimo vyhrazené pásmo.

emisní spektrum (emission spectrum)

rozložení amplitud a někdy i fází složek emisí jako funkce kmitočtu

energetická hustota impulzu (pulse energy density)

množství energie elektromagnetického vyzařování impulzu vzhledem k ploše vyjádřené jako J/m^2

fázová modulace (phase modulation) PM

způsob modulace, kdy dojde k odchylce fázového úhlu nosného kmitočtu od referenční hodnoty v závislosti na modulační funkci

harmonické (harmonics)

celočíslné násobky základního kmitočtu

harmonické emise (harmonics emission)

rušivé emise kmitočtů, které jsou celočíselnými násobky kmitočtů v obsazeném pásmu

harmonické kmitočty (harmonic frequency)

kmitočty, které jsou celistvými násobky základního kmitočtu

harmonické složky (harmonics components)

jakákoliv složka spektra, která je celočíselným násobkem základního kmitočtu

POZNÁMKA Jejich velikost se obvykle vyjadřuje jako efektivní hodnota (RMS).

hranice zkušebního uspořádání (test setup boundary)

zahrnují všechny kryty zkoušeného zařízení a dva metry propojovacích vodičů s výjimkou vodičů, které jsou v konečné instalaci kratší a napájecích vodičů, které simulují skutečnou instalaci a použití; např. stíněné kabely nebo stíněné vodiče včetně napájecích vodičů a zemnicích vodičů v kabelech se mohou při zkoušce použít pouze v případě, že se budou používat i při skutečné instalaci

indukovaný proud v těle (induced current in a person)

proud RF kmitočtu, který prochází tělem za stabilních podmínek, kdy není kůže v kontaktu s kovovým objektem

POZNÁMKA Pro shodu s normami se běžně měří jako proud procházející nohou pod kotníkem nebo kotníkem vzhledem k zemi.

chráněný kmitočet (protected frequency)

kmitočet, na kterém se vyžaduje minimální ovlivňování

chybová elektromagnetická kompatibilita (malfunction electromagnetic compatibility)

selhání systému nebo přidruženého podsystému zařízení v důsledku elektromagnetického ovlivňování nebo susceptibility, které zapříčinilo poškození systému, zranění, ukončení činnosti nebo trvalé zhoršení činnosti systému

impulz (pulse)

náhlá krátkodobá změna fyzikální veličiny, následovaná rychlým návratem na původní velikost

impulzní opakovací kmitočet (pulse repetition frequency)

počet impulzů za časovou jednotku, v případě impulzně modulovaných signálů, které používají opakovací impulzy

impulzní opakovací perioda (pulse repetition period)

reciproká hodnota impulzního opakovacího kmitočtu

impulzní pole rádiových kmitočtů (pulsed radio frequency fields)

elektrické a magnetické složky pole, které se vytvářejí amplitudovou modulací sinusového nosného signálu se známým opakovacím kmitočtem s řízenou střídou

intenzita elektrického pole (electric field strength)

velikost vektoru elektrické složky elektromagnetického vyzařování v daném bodě vyjádřená ve V/m

intenzita magnetického pole (magnetic field strength)

velikost vektoru magnetické složky elektromagnetického vyzařování v daném bodě vyjádřená v A/m

interference (interference)

vzájemné ovlivňování různých elektrických nebo elektronických zařízení vlivem elektromagnetické energie (rušení)

intermodulace (intermodulation)

proces, který se vyskytuje v nelineárních zařízeních nebo přenosových trasách, kdy spektrální složky vstupního signálu nebo signálů vytváří nové spektrální složky, jejichž kmitočty jsou lineárními kombinacemi celočíselných koeficientů kmitočtů vstupních spektrálních složek.

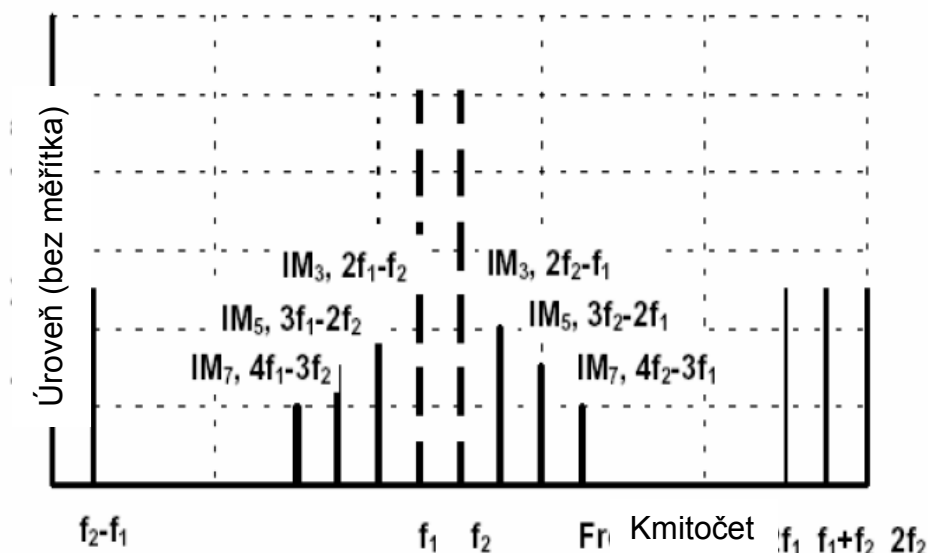
POZNÁMKA Intermodulace může být také výsledkem jednoho nesinusového vstupního signálu nebo několika sinusových nebo nesinusových signálů připojených ke stejnému nebo různým vstupům.

intermodulační produkty (intermodulation products)

výsledek modulace složek základního kmitočtu komplexní vlny mezi sebou. Jejich kmitočty se rovnají součtu nebo rozdílu celočíselných násobků složek původní komplexní vlny

POZNÁMKY

1 Následující náčrt ukazuje situaci, kde f_1 a f_2 jsou složky základního kmitočtu a IM_3 , IM_5 a IM_7 představují intermodulační produkty.



2 Rušivé intermodulační produkty, které jsou stanoveny, jako rušivé emise mohou vznikat jako intermodulace mezi:

- a) kmitočty nosné, charakteristickými nebo harmonickými složkami nebo kmitočty, které jsou výsledkem generování nosného nebo charakteristického kmitočtu a
- b) přirozenými kmitočty jedné nebo několika emisí původního přenosového systému nebo jiných přenosových systémů.

izolovaný povrch (isolated surface)

izolovaná vodivá oblast, která je okrajovou izolací fyzicky oddělena od kostřičního systému a od ostatních vodičů, které jsou ke kostřičímu podsystemu připojeny

izotropní anténa (isotropic antenna)

imaginární bezztrátová anténa, která vyzařuje nebo přijímá energii stejně ze všech polarizací a směrů

POZNÁMKA Bezztrátová izotropní anténa je bodový zdroj a používá se pro teoretické úvahy k popisu absolutního zisku skutečné antény.

jaderný elektromagnetický impuls (nuclear electromagnetic pulse) NEMP

v důsledku jaderného výbuchu vzniká působením Comptonových elektronů, fotoelektronů a fotonů rozptýlených v prostředí elektromagnetická energie; výsledné elektrické a magnetické pole může způsobit napěťové výboje (rázy)

POZNÁMKA Výsledné elektrické a magnetické pole se může vázat s elektrickými a elektronickými systémy, ve kterých může vyvolat zničující proudy nebo napěťové rázy.

jaderný elektromagnetický impulz ve velké výšce (high-altitude nuclear electromagnetic pulse)

elektromagnetická vlna vytvořená jaderným výbuchem v nejvyšších vrstvách atmosféry

jiskření (thermal spark)

rozžhavené kousky materiálů, které vznikají při průchodu velkého proudu v místě spojení dvou vodivých materiálů, které nejsou dokonale vodivě spojeny

kmitočtová modulace (frequency modulation)

cyklické nebo náhodné změny záměrně generovaného kmitočtu kolem střední hodnoty

kmitočtová tabulka¹ (frequency allocation)

rezervace kmitočtu nebo kmitočtového pásma pro použití jednou nebo více pozemními nebo prostorovými radiokomunikačními nebo radioastronomickými službami za definovaných podmínek

kmitočtová tabulka² (frequency allocation)

kmitočet nebo kmitočtové pásmo určené pro použití jednou nebo více pozemními nebo prostorovými radiokomunikačními nebo radioastronomickými službami za definovaných podmínek

kmitočtová tolerance emisí (frequency tolerance of an emission)

maximální povolená odchylka středního kmitočtu obsazeného pásma emisí od přiděleného kmitočtu nebo obecně charakteristický vyzařovaný kmitočet vzhledem k odpovídajícímu referenčnímu kmitočtu

POZNÁMKA Kmitočtová tolerance se vyjadřuje v Hz nebo jako relativní hodnota, např. jako části hodnoty 10^6 .

koherence (coherence)

jev, související s existencí korelace mezi fázemi odpovídajících složek dvou vln nebo mezi hodnotami fází daných složek jedné vlny ve dvou časových okamžicích nebo dvěma body v prostoru

kompatibilita (compatibility)

schopnost výrobků pracovat společně za specifikovaných podmínek a splňovat funkční požadavky bez vzájemného působení

kompromitující vyzařování (compromising emanation)

nezamýšlené vyzařování signálů, které mohou obsahovat utajované informace, vysílané, přijímané, upravované nebo jinak zpracovávané informačním systémem

komunikační zařízení malého výkonu (low power communication device)

omezené vysílací zařízení, které neobsahuje běžné techniky vedených nebo vyzařovaných rádiových kmitočtů a pro přenos znaků, signálů (včetně řídicích), kreslených náčrtů a zvukových služeb používá libovolné přirozené vyzařování elektromagnetické energie

kontakt-kontakt (pin to pin) PTP

způsob roznětu elektricky rozněcovatelného prostředku, který je citlivý na elektrickou energii použitou v symetrickém zapojení

POZNÁMKA Tato energie se aplikuje mezi kontakty.

kontakt-kryt (pin to case)

způsob roznětu elektricky rozněcovatelného prostředku, který je citlivý na elektrickou energii použitou v nesymetrickém nebo koaxiálním zapojení

POZNÁMKA Tato energie se aplikuje mezi jeden nebo více kontaktů, ať už zkratovací nebo nezkratovací a kryt prostředku.

kontaktní proud (contact current)

proud, který protéká jednotlivými dotekovými body vodivých objektů

POZNÁMKA Pro shodu s normou se obvykle provádí měření proudu protékajícího v místech jednotlivých doteků vodivých objektů.

kontaktní výboj (contact discharge)

přenos elektrického náboje mezi místy s různým elektrostatickým potenciálem přímým dotekem

koróna (corona)

ionizace vzduchu v okolí vodivého povrchu v případě vysoké úrovně elektrického pole

POZNÁMKA Vyskytuje se především na ostrých špičkách, hranách a výběžcích, kde se intenzita elektrického pole zvyšuje vlivem místních geometrických rozměrů a překračuje prahovou hodnotu pro vytvoření koróny.

kostra (ground)

vodivé těleso, které slouží jako kostra nebo vodivý materiál, který nemusí být připojen ke kostře a může se použít jako libovolný referenční nulový bod

POZNÁMKA Chybné referenční nebo kostřicí body mají při nesymetrickém režimu za následek rušivé proudy v zemních smyčkách.

kostření (grounding)

spojování krytů, rámu nebo šasi přístroje do společné struktury objektu nebo vozidla, která zajišťuje referenční potenciál

kostřicí podsystém (ground subsystem)

systém vodičů, který poskytuje referenční potenciál

POZNÁMKY

- 1 Může vytvořit cestu pro návratové proudy napájení a nesprávné návratové cesty proudu.
- 2 Vytváří cesty pro proud blesku a pro elektrostatické výboje.
- 3 Kovová struktura letadla tvoří kostřicí podsystém.

kostřicí smyčka (ground loop)

obvod, který se vytvoří v případě, že se použije více kostřicích cest zařízení nebo systému, takže navržené referenční body nemají stejný potenciál

POZNÁMKA Kostřicí smyčka se vytvoří tam, kde se použije více kostřicích bodů.

kritéria zhoršení susceptibility (susceptibility-degradation criteria)

vymezení podstatných bezpečnostních a provozních charakteristik zkoušeného zařízení a povolené zhoršení provozních charakteristik v průběhu zkoušek susceptibility

kvazivrcholový detektor (quasi-peak detector)

detektor s předepsanými elektrickými časovými konstantami, na jehož zátěži se působením pravidelně se opakujících identických impulsů vytvoří výstupní napětí, které je úměrné vrcholové hodnotě impulsů a jehož velikost narůstá se zvyšujícím se opakovacím kmitočtem impulsů

křížová modulace (cross modulation)

typ nelineárního zkreslení nebo rušení, které vedle užitečného signálu obsahuje i produkt modulace rušivého signálu

POZNÁMKA Často je způsobena přeslechem ze sousedního kanálu.

licence k provozu zařízení (equipment spectrum certification)

osvědčení, vydané národní autoritou po kontrole kmitočtových spektrálních charakteristik zařízení nebo systému, které potvrzuje shodu s národní kmitočtovou tabulkou, technickými normami a pravidly

linearita přijímače (receiver linearity)

charakteristická schopnost přijímače zpracovat nízké amplitudy užitečného signálu v přítomnosti jednoho nebo více rušivých signálů s vysokou úrovní bez toho, že by došlo k intermodulaci nebo znecitlivění

lokální oteplení (thermal stacking)

ohřev vodivého můstku, který je následován uvolněním, kdy nastane ochlazení; po několika ohřevech s danou časovou konstantou dosáhne teplota můstkového vodiče elektricky rozněcovatelného prostředku ustáleného stavu s několika malými teplotními výkyvy kolem bodu ustálení

magnetické pole (magnetic field)

základní složka elektromagnetického pole, která se vytváří pohybem elektrického náboje

matice elektromagnetického ovlivňování (electromagnetic interference matrix)

tabulka, ve které jsou proti sobě postaveny rušivé zdroje a susceptibilní zařízení a jsou zde vyznačeny průsečíky řádků a sloupců, ve kterých se předpokládá elektromagnetická interference

maximální podněty, při kterých nedojde k roznětu (maximum non-fire stimulus)

nejvyšší podněty k odpálení, při kterých nedojde k roznětu v intervalu 5 minut nebo u maximálně 0,1 % všech elektrických rozněcovačů daného návrhu při konfidenční úrovni 95 %

POZNÁMKA Pokud se určují maximální podněty, při kterých nedojde k roznětu u elektrických rozněcovačů se zpoždovacím prvkem nebo s reakční dobou delší než 5 minut, použije se následující podnět k roznětu až po době zpoždění nebo reakční době.

maximální proud, při kterém nedojde k roznětu (maximum non-fire current) MNFC

maximální proud, při kterém ještě nedojde k roznětu elektricky rozněcovatelného prostředku, jehož běžný provoz se specifikuje v jednotkách proudu

maximální přípustné prostředí (maximum allowable environment) MAE

nejvyšší vyzařované úrovně intenzity pole, kterým se může munice vystavit, aniž by došlo k roznětu vlivem elektromagnetického vyzařování vzhledem k bezpečnostní rezervě munice

meziharmonická složka (interharmonic componet)

jakákoliv základní část kmitočtového spektra, která není celočíselným násobkem základního kmitočtu

POZNÁMKA Úroveň se obvykle vyjadřuje jako efektivní hodnota.

meziharmonický kmitočet (interharmonic frequency)

jakýkoliv kmitočet, který není celočíselným násobkem základního kmitočtu

POZNÁMKY

1 Obdobně jako pro řád harmonické je řád meziharmonické poměr meziharmonického kmitočtu a základního kmitočtu. Tento poměr není celočíselný. (Doporučené označení je: m).

2 V případě, kde $m < 1$ se může použít termín subharmonický kmitočet.

mezní odolnost (immunity level)

maximální úroveň elektromagnetického rušení pro konkrétní přístroj, zařízení nebo systém, při které je funkce na požadované úrovni

měřič rádiového šumu (radio noise meter)

zařízení pro měření nezamýšleného rušení v rozsahu rádiových kmitočtů, jako jsou např. nechtěné elektromagnetické vlny v přenosovém kanále nebo zařízení

mimo pásmo (out-of-band domain)

kmitočtové pásmo těsně přiléhající k obsazené šířce pásma

místo soustředěných rádiových kmitočtů (radio frequency hot spot)

místo relativního soustředění intenzivních polí rádiových kmitočtů, které se vytváří dvěma způsoby; intenzivní elektrické nebo magnetické pole těsně spojené s vodivými objekty, které jsou umístěny v okolním poli s nízkou intenzitou; tento jev se často označuje jako zpětné vyzařování; ohraničené oblasti, které nutně nejsou spojeny s vodivými objekty, ve kterých existuje koncentrace pole rádiových kmitočtů způsobené odrazy nebo vysoce směrovými zdroji (částečné ozařování); v obou případech se pole charakterizuje náhlými změnami intenzity vzhledem ke vzdálenosti nebo místu

modulace (modulation)

postup, při kterém se mění veličiny, které charakterizují oscilace nebo vlny vlivem jiných signálů, oscilací nebo vln

POZNÁMKA Modulace může být úmyslná nebo neúmyslná.

modulace s jedním postranním pásmem (single sideband modulation) SSB

amplitudová modulace, při které se přenáší pouze jedno postranní pásmo a druhé je potlačeno; nosný kmitočet se může přenášet nebo potlačit;

modulace, při které se spektrum modulační funkce převádí na kmitočet ve specifikovaném množství, buď s inverzí, nebo bez inverze

modulace s nezávislými postranními pásmy (independent sideband modulation) ISB

amplitudově modulovaný přenos s potlačeným nebo obnoveným nosným kmitočtem a dvěma nezávislými postranními pásmy, která obsahují různé informace

modulace se dvěma postranními pásmy (double sideband modulation) DSB

amplitudově modulované přenosy, které jsou charakteristické dvěma postranními pásmy

POZNÁMKA Nosný signál se může nebo nemusí potlačit.

naklapovací proudová sonda (snap-on current probe)

přesná měřicí sonda, která se připevňuje na jednotlivé vodiče, párové vodiče, koaxiální vedení, kabely, svazky kabelů nebo páskové vodiče, kterými prochází proud

POZNÁMKA Proudové sondy pokrývají kmitočtový rozsah 100 Hz až 1 GHz.

náboj blesku (lighting charge)

časový integrál proudu určité fáze nebo celého blesku

náhodný šum (random noise)

šum, který se tvoří přechodovými jevy a vyskytuje se náhodně; šum, jehož úroveň není možno předvídat

POZNÁMKA Jedná se o tu část šumu, kterou není možno předvídat s výjimkou statistických údajů.

napěťová špička (voltage spike)

změna napětí s velmi krátkou dobou trvání (< 1 ms)

napěťové jiskření (voltage spark)

jakékoliv malé elektrické výboje, které se vyskytují v případě takového napětí mezi dvěma vodiči, které stačí na proražení okolního média, ať už se jedná o vzduch nebo jiné dielektrikum

nebezpečné elektromagnetické vyzařování (electromagnetic radiation hazard)

podmínky, za kterých jsou osoby, zařízení, munice nebo palivo vystaveny nebezpečným úrovním elektromagnetického vyzařování

nebezpečné elektromagnetické vyzařování z hlediska výzbroje (hazard of electromagnetic radiation to ordnance) HERO

úroveň elektromagnetického vyzařování, která může způsobit poškození nebo snížení funkce výzbroje, která obsahuje elektricky rozněcovatelné prostředky

nebezpečné elektromagnetické vyzařování z hlediska osob (hazard of electromagnetic radiation to personnel) HERP

úroveň elektromagnetického vyzařování, která může způsobit škodlivé biologické jevy v lidském těle

nebezpečné elektromagnetické vyzařování z hlediska paliva (hazard of electromagnetic radiation to fuel) HERF

úroveň elektromagnetického vyzařování, která může způsobit vznícení nebo výbuch těkavých nebo hořlavých látek, jako je letecké nebo automobilní palivo

nebezpečné elektromagnetické vyzařování z hlediska rezervy výbroje (hazards of electromagnetic radiation to ordnance margin) HERO rezerva

rozdíl mezi maximálním stimulem, kdy nedojde k odpálení a povolenou úrovní odezvy elektricky rozněcovatelného prostředku

POZNÁMKA Existují dvě úrovně rezervy HERO, jedna je pro bezpečnou manipulaci a druhá pro spolehlivou funkci.

nebezpečné rádiové a radarové vyzařování (radio and radar radiation hazard) RADHAZ

riziko nezamýšleného roznětu elektricky rozněcovatelného prostředku a zranění osob nebo neočekávaná nebo chybová funkce důležitého elektronického systému jako důsledek ozáření elektromagnetickým polem v kmitočtovém rozsahu 10 kHz až 300 GHz

nefunkčnost (dudding)

neschopnost předpokládané funkce elektricky rozněcovatelného prostředku, která je způsobena fyzickým nebo elektrickým opotřebením při použití nebo opakovaném použití energie, která je nižší než úroveň vyžadovaná pro inicializaci prostředku

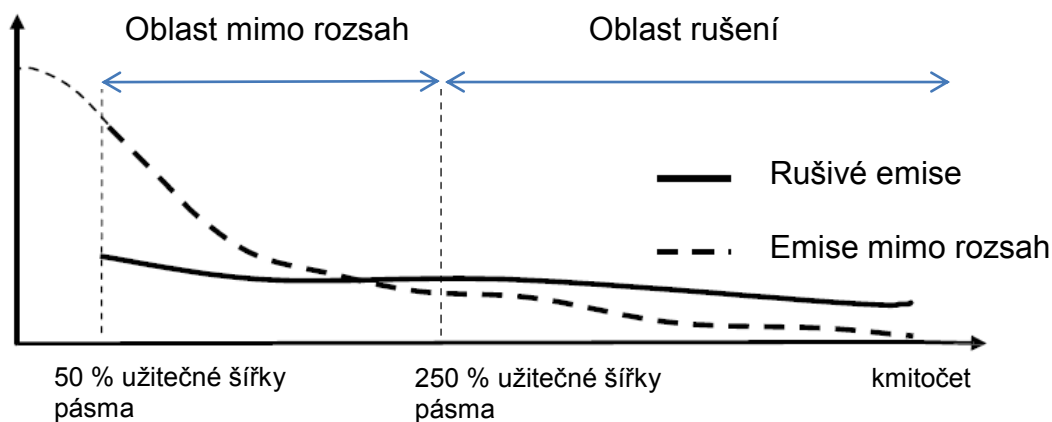
nehomogenní ozáření (non-uniform exposure)

stav, při kterém je celé tělo vystaveno buď emisím v oblasti blízkého pole vysílače, nebo poli s významnými stojatými vlnami, které jsou způsobeny zpětně vyzařujícími objekty nebo odraznými plochami. Oba stavy mohou vyvolat v těle proměnné elektromagnetické pole v oblasti rádiových kmitočtů

nezamýšlené emise (unwanted emission)

rušivé emise a emise mimo rozsah uvedené na následujícím obrázku

Nezamýšlené emise



nelineární spojení (non-linear junction)

kontaktní oblast mezi dvěma kovovými povrchy, která vykazuje nelineární přenosovou charakteristiku napětí-proud pro pásmo rádiových kmitočtů

POZNÁMKA Nelinearita může být způsobena korozí, nebo jinými částečně vodivými materiály v kontaktní oblasti.

nepřímé účiny blesku (lighting indirect effect)

elektrické přechodové jevy způsobené vazbou elektromagnetického pole blesku

neřízené prostředí (uncontrolled environments)

místa, kde ozáření rádiovými kmitočty nepřesahuje povolené úrovně ozáření pro osoby; taková prostředí představují obecně obytné a pracovní prostory nebo veřejná místa, kde se neočekávají vysoké úrovně energie v oblasti rádiových kmitočtů

nesymetrický režim napětí (common mode voltage)

myšlený fázor napětí, které se objeví mezi všemi vodiči a specifickým referenčním bodem, obvykle zemí nebo kostrou

nutná šířka pásma (necessary bandwidth)

pro danou třídu emisí se jedná o minimální šířku kmitočtového pásma, která zajistí přenos informace s rychlostí a kvalitou vyžadovanou za specifikovaných podmínek

obálka vyzařovaného pole o velké intenzitě (high-intensity radiated field envelope)

charakteristika vyzařovaného pole o vysoké intenzitě ve vzdušném prostoru, ve kterém operují letadla

objemový odpor (volume resistivity)

odpor materiálu ve tvaru kostky o objemu 1 cm^3 , který se měří mezi dvěma protilehlými stranami

oblast blízkého pole (near-field region)

obecně se jedná o oblast v blízkosti antény nebo jiné vyzařovací struktury, ve které elektrické a magnetické pole nevytváří rovinnou vlnu a intenzita pole se nesnižuje proporcionálně se vzdáleností od zdroje, ale mění se významně bod od bodu

POZNÁMKA Oblast blízkého pole se dále dělí na reakční blízké pole a oblast vyzařovaného blízkého pole.

oblast odrazu (specular region)

plochy povrchu komory, které mohou odrážet energii ze zdrojů vyzařování přímo do klidové oblasti s jedním odrazem

oblast rušení (spurious domain)

kmitočtový rozsah za oblastí mimo užitečné pásmo, ve kterém jsou dominantní rušivé emise

oblast vyzařovaného blízkého pole (radiating near-field region)

ta část oblasti blízkého pole, ve které vyzařované blízké pole dominuje před reakčním blízkým polem

oblouk (arc)

elektrický výboj, který je charakterizován vysokou svítivostí, teplotou a proudem

obsazené pásmo (occupied bandwidth)

kmitočtové pásmo, pod jehož dolním, a nad jehož horním kmitočtem se střední vyzařovaný výkon rovná 0,5 % celkového středního výkonu vyzařovaného zamýšlenými emisemi

POZNÁMKA V konkrétních případech multiplexních systémů, kdy se jedná o vícekanálový přenos, může použití hodnoty 0,5 % vést k obtížnému praktickému provedení požadavku na obsazené pásmo. V takovém případě se může použít jiná hodnota.

odchylka (anomaly)

odezva systému na vnější vedenou nebo vyzařovanou energii, která způsobí zhoršení zamýšlených funkcí po dobu, která není povolena ve specifikacích pro provoz systému, nebo způsobí provozní chybu

odolnost vůči rušení (immunity to a disturbance)

schopnost přístroje, zařízení nebo systému fungovat bez poruch za přítomnosti elektromagnetického rušení

odrazivost (reflectivity)

poměr úrovně odražené nebo rušivé energie k úrovni přímé energie ve specifikovaném měřicím místě

ochrana před vzájemným ovlivňováním (prevention of mutual interference)

postup, který zabraňuje ovlivňování aktivních a pasivních elektromagnetických nebo akustických snímačů spřátelených vojenských sil

ochranná kostra (safety ground)

spojovací nebo kostřicí vodič, jehož kontaktní odpor je vzhledem ke kostře nižší než 0,1 Ω a je určen k ochraně před úrazem elektrickým proudem

oktáva (octave)

v oblasti elektrické komunikace se jedná o interval mezi dvěma kmitočty, jejichž poměr je 2 : 1

otevřené zkušební místo (open-area site)

v prostředí vlivů elektromagnetického prostředí se jedná o zkušební místo, které má odraznou zemní plochu, je otevřené, má rovný terén a dostatečnou vzdálenost od budov, elektrických vedení, plotů, stromů, pozemních kabelů, potrubí a dalších potenciálně odrazivých objektů, takže jejich vliv je zanedbatelný

ovlivňování rádiovými kmitočty (radio frequency interference)

část elektromagnetického spektra s rušivými signály, jejichž kmitočet spadá do oblasti rádiových kmitočetů

POZNÁMKA Tento termín byl již jednou použit v souvislosti s elektromagnetickým ovlivňováním.

označení susceptibility (susceptibility radhaz designator) SRAD

indikátor, který popisuje nebezpečné vyzařování z hlediska susceptibility materiálu v termínech jeho maximální povolené úrovně ozáření pro každý kmitočtový rozsah. Je nutno si uvědomit, že materiál může mít jinou citlivost pro různé stavy, jako např. pro umístění v kontejneru nebo při uložení nebo při umístění na platformě; SRAD má následující formát:

Rp, Tp, Up, Vp, Wp, Yp a Zp, kde písmena RZ představují nebezpečné vyzařování (RADHAZ) a písmeno p je číselný index, který představuje stupeň nebezpečného vyzařování z hlediska susceptibility.

POZNÁMKA Pokud se vyskytují různé susceptibility, musí mít materiál pro různé podmínky různé označení.

paluba (above deck)

v případě elektromagnetického prostředí se jedná o tu část lodě, která je přímo vystavena vnějšímu elektromagnetickému prostředí

parazitní emise (parasitic emission)

rušivé emise, náhodně generované na kmitočtech, které nejsou odvozené od nosného nebo charakteristického kmitočtu emisí a kmitočetů oscilátorů, které generují nosný nebo charakteristický kmitočet

páskový výbušný rozněcovač (exploding foil initiator)

elektricky rozněcovatelný prostředek s nízkoodporovým můstkem, který je vystaven krátkému elektrickému impulzu s vysokou energií a tím se převede elektrická energie na energii kinetickou pro vyvolání vysoké rychlosti nárazníku, který roznlítí výbušnou náplň, jenž není v přímém kontaktu s můstkem

POZNÁMKA Pokud se použije jako rozněcovač v zapalovači při nepřerušované střelbě, musí být výbušná směs pro použití schválena (např. jako druhotná výbušnina).

pásmový filtr (notch filter)

podstatně zeslabuje kmitočty uvnitř úzkého pásma a propouští kmitočty, které jsou mimo toto úzké pásmo

páskový vodič (stripline)

patří do třídy rovinných přenosových linek, které jsou charakteristické jedním nebo více paralelními vodivými pásky konečné šířky a jsou umístěny přibližně uprostřed mezi širokými vodivými zemními plochami; prostor mezi pásky a zemními plochami je vyplněn homogenním izolačním materiálem

platforma (platform)

mobilní nebo pevná instalace jako je např. loď, letadlo, pobřežní stanice aj.

POZNÁMKA Platforma může být potenciální zdroj vlivů elektromagnetického prostředí díky svým vysílačům, ale může být také susceptibilní na vlivy elektromagnetického prostředí.

podkritický vlnovod (waveguide below cutoff)

jeho primárním účelem je tlumit elektromagnetické vlny s kmitočty pod jeho kritickým kmitočtem (více než kmitočty vyšší); kritický kmitočet se určuje rozměry a geometrií vlnovodu a vlastnostmi dielektrického materiálu ve struktuře vlnovodu. Pro daný průřez se stínicí účinnost vlnovodu určuje následujícím vztahem:

$$SE \text{ [dB]} = 54,6 \left(\frac{1}{\lambda_c^2} - \frac{1}{\lambda^2} \right)^{\frac{1}{2}} L$$

kde

λ_c je délka vlny kritického kmitočtu [m],

$\lambda_c = 1,7 d$ (kde d je průměr kruhového vlnovodu [m]),

$\lambda_c = 2 a$ (kde a je rozměr širší strany hranatého vlnovodu [m]),

λ je vlnová délka vyšetřovaného kmitočtu [m], $\lambda > \lambda_c$,

L je délka vlnovodu [m].

podpalubí (below deck)

v případě elektromagnetického prostředí se jedná o tu část lodě, která je obvykle kovová nebo o tu část která poskytuje odpovídající útlum elektromagnetického pole; příkladem může být kovový trup nebo struktura lodě, trup ponorky nebo stíněný prostor lodí s nekovovým trupem

podsystem (sub-system)

část systému, která obsahuje dvě nebo více integrovaných součástí, které i když nemohou provádět specifické funkce systému, mohou se samostatně navrhovat, zkoušet a ošetřovat; pro účely splnění požadavků elektromagnetické kompatibility je nutné následující položky stanovit jako podsystemy; v jiném případě je možno přístroje nebo zařízení fyzicky oddělit, pokud mohou pracovat samostatně a budou se instalovat na pevné nebo mobilní stanoviště, vozidlo nebo systém

- a) Soubor přístrojů nebo zařízení, které jsou navrženy a sestaveny pro funkci jako jednotka, ale neobsahují žádný přístroj nebo zařízení, které fungují jako individuální přístroj nebo zařízení.
- b) Soubor zařízení a podsystemů, které jsou definovány v položce a), navržené a integrované pro funkci jako hlavní část systému a které zabezpečují provozní funkci nebo funkce.

poměr signál-šum (signal to noise ratio)

poměr úrovně užitečného signálu a úrovně elektromagnetického šumu měřeného za daných podmínek

POZNÁMKA Jiné druhy šumu, které se obvykle vyskytují, jako např. výstřelový šum atd., se neuvažují jako součást elektromagnetické kompatibility.

povolená úroveň ozáření (permissible exposure level) PEL

úroveň elektromagnetického ozáření vojenského materiálu nebo osob, při které nedojde k nebezpečné situaci

povrchová přechodová impedance (surface transfer impedance)

poměr velikosti délkového spádu napětí na vnějším povrchu stínění a proudu uvnitř stínění

povrchový odpor (surface resistivity)

odpor tenkého vodivého pásku jednotkové délky a šířky, měřený mezi dvěma souběžnými hranami

pozadí (ambient level)

úroveň vyzařovaných a vedených signálů a rušení, které se vyskytují na zkušebním místě v době, kdy není zkoušený vzorek v činnosti

PŘÍKLAD Pozadí tvoří atmosférické rušení, rušení vytvářené činností člověka a ostatními přírodními zdroji elektromagnetických emisí.

práh při kterém nedojde k roznětu (no-fire threshold) NFT

úroveň, při které je pravděpodobnost roznětu 0,001 při 95% jednostranné konfidenční mezi

práh roznětu (all-fire threshold) AFT

úroveň, při které je pravděpodobnost 99,9 % roznětu při 95% jednostranné konfidenční mezi

produkty kmitočtového převodu (frequency conversion products)

rušivé emise, kromě harmonických signálů, na všech kmitočtech nebo jejich celočíselných násobcích nebo součtech a rozdílech jejich násobků, libovolných oscilací produkovaných pro vytvoření nosného kmitočtu nebo charakteristických vyzařovaných emisí

prostorový průměr (spatial average)

průměrování výkonové hustoty nebo druhé mocniny hodnoty elektrického nebo magnetického pole ve vertikální rovině těla za použití měření elektrického nebo magnetického pole pro posuzování ozáření celého těla; prostorový průměr se dosáhne skenováním rovinné oblasti, která odpovídá rovinné oblasti vyplněné stojícím tělem dospělého člověka, vhodnou měřicí sondou

POZNÁMKA Ve většině případů se pro určení shody s povolenou úrovní ozáření jedná o jednoduché skenování polí ve vertikálním směru do výšky 1,85 m (6 stop).

protiváha (antenna counterpoise)

zemní referenční plocha prutové antény

proudová hustota (current density)

intenzita proudu procházejícího plochou kolmou k toku proudu [A/m^2]

proudová injektáž do kabelového svazku (bulk current injection) BCI

zkušební metoda, při které se proud injektuje do kabelu nebo kabelového svazku pro ověření odolnosti systému nebo součástky

provoz (operation)

v prostředí vlivů elektromagnetického prostředí se jedná o schopnost systému správně fungovat při vystavení vlivům elektromagnetického prostředí

provozní kmitočet zkoušeného systému (system under test operating frequency)

je nutný pro funkci zkoušeného zbraňového systému, jako je hodinový kmitočet počítače, kmitočet vnitřního oscilátoru nebo komunikační kmitočty

provozní prostředí (operational environment)

soubor všech podmínek a vlivů, které mohou ovlivnit správnou funkci systému

provozní schopnosti systému (system operational performance)

soubor minimálních přípustných parametrů přizpůsobených platformě a odrážejících vrcholové úrovně schopností jako jsou rozsah, pravděpodobnost zničení nebo přežití, provozní schopnosti atd.; primárními aspekty zavedení, které se vztahují k těmto definicím, jsou klíčové provozní parametry, které se při zavádění specifikují jako systémové charakteristiky a jsou nutné pro úspěšné provádění misí a při vývoji se sledují pro hodnocení účinnosti systému

průběžné vlny (continuous waves) CW

po sobě jdoucí oscilace, které se za ustálených podmínek nemění; obvykle se jedná o sinusový signál

průběžný proud blesku (lightning continuing current)

proud, který se vyskytuje mezi údery negativního blesku a mnohem častěji, po posledním úderu

POZNÁMKA Nejnižší amplituda tohoto proudu je mezi 200 A a 800 A, ale má nejdelší dobu trvání. V této fázi dochází obvykle k největšímu přenosu náboje.

průzkum elektromagnetické interference (electromagnetic interference survey)

řada zkoušek a prohlídek, které mají za účel lokalizaci a vyšetřování elektromagnetické interference

první zpětný úder (first return stroke)

proudový tok dříve ionizovanou cestou, která se vytvoří mezi mrakem a zemí

prvotní úder (leader)

předběžný průraz, který vytváří ionizovanou cestu s malým světelným efektem a nízkým proudem, který je doprovázen intenzivním elektrickým polem

přechodový jev (transient)

samostatný elektromagnetický jev, nebo samostatný napěťový, proudový nebo magnetický impulz, který se podobá elektromagnetickému impulzu blesku nebo sepnutí

událost, s malou nebo náhodnou opakovatelností, která je výsledkem sepnutí, rozpojení, provozem relé nebo jinou cyklickou operací s malou opakovatelností

označení události nebo veličiny, která se mění mezi dvěma následnými stabilními stavy během časového intervalu, jenž je ve srovnání s celým uvažovaným časovým obdobím krátký

překročená expozice (overexposure)

jakékoliv ozáření osoby, kterému je vystaveno celé tělo a které překračuje povolené úrovně ozáření s ohledem na prostorové a časové požadavky

přenosová funkce (transfer function)

pro daný kmitočet se přenosová funkce mezi dvěma body v elektrickém systému definuje jako poměr amplitudy signálu v těchto bodech spolu s rozdílem fází mezi nimi; celková přenosová funkce pro daný kmitočtový rozsah obsahuje průběh poměrů amplitud a fázových úhlů mezi danými body v závislosti na kmitočtu

přenosová impedance (transfer impedance)

poměr napětí vázaného v jednom obvodu a proudu, který se objeví v jiném obvodu nebo v jiné části stejného obvodu

přerušení krytu zbraně (weapon enclosure discontinuity)

jakékoliv přerušení nebo spojení kovového krytu zbraně

přeslech (crosstalk)

rušení obvodu, které je způsobeno nezamýšleným přenosem energie z jiného obvodu

přežití (survive)

schopnost systému zůstat bezpečný během a/nebo po ozáření a schopnost správně pracovat za stanovaných technických parametrů po odeznění daného vlivu elektromagnetického prostředí

přidělování kmitočtů (frequency assignment)

postup při autorizaci specifického kmitočtu, skupiny kmitočtů nebo kmitočtového rozsahu pro použití v určité oblasti a daném časovém úseku při specifických podmínkách jako je šířka pásma, výkon, azimut, doba vysílání nebo modulace

přímý účinek blesku (lighting direct effect)

fyzické poškození struktury a elektrických nebo elektronických zařízení systému vlivem přímého připojení kanálu blesku a průtoku proudu

POZNÁMKA Tento účinek obsahuje proražení, ohnutí, zapálení, vypaření nebo explozi hardware.

přímý úder blesku (lighting direct strike)

výboj blesku, který se připojí přímo k vojenskému materiálu a přivede proud blesku přímo do části nebo celého systému

přítomnost (presence)

v oblasti vlivů elektromagnetického prostředí znamená tento termín provozní podmínky bezpečného uložení (S4), kdy je výzbroj nebo munice ve statickém režimu umístěna nebo přichycena na hostitelské platformě se všemi úchyty a zátěžemi

rádiový kmitočet (RF) (radio frequency)

kmitočet periodické rádiové vlny nebo odpovídající periodické elektrické oscilace

POZNÁMKA Tento termín a jeho zkratka může kvalifikovat elektrické zařízení určené pro vysílání nebo příjem radiových vln.

rádiový šum (radio noise)

elektromagnetický šum, který se může superponovat na užitečný signál a patří do rozsahu rádiových kmitočtů; za rádiový šum se také považuje elektromagnetický signál, který má sinusový charakter

rázy blesku (lighting surge)

přechodové rušení v elektrických a elektronických obvodech, způsobené výbojem blesku

reakční blízké pole (reactive near field)

ta část oblasti blízkého pole, která je nejbližší vyzařující struktuře a obsahuje nejvíc nebo téměř veškerou energii

referenční anténa (reference antenna)

měřicí anténa, která je navržena tak, aby naměřené hodnoty měly prioritu v případě nehody při měření intenzity elektromagnetického pole jinou anténou

referenční plocha (reference plane)

vodivá rovná plocha, jejíž potenciál se použije jako referenční

regulace elektrostatického náboje (electrostatic charge control)

regulace a vybíjení elektrostatického náboje, který se vytváří klimatickými podmínkami prostředí, prouděním tekutin, vzduchu a jinými mechanismy, při kterých se vytváří elektrický náboj

regulace emisí (emission control)

selektivní regulace vyzařované elektromagnetické nebo akustické energie; regulace může mít dva důvody:

Minimalizování možnosti detekce emisí nepřítelem a z nepřátelských emisí vytěžit co nejvíce.

Snížení elektromagnetické interference a tím zlepšit výkon spolupracujících prostředků.

reverberační (odrazová) komora (mode-stirred chambre)

prostor pro generování středního, homogenního elektromagnetického pole, otáčením nepravidelně tvarovaného otáčivého prvku

rezerva (margin)

v oblasti vlivů elektromagnetického prostředí se jedná o přesah ochrany mezi předpokládaným elektromagnetickým prostředím a přijatelnou úrovní elektromagnetického prostředí pro elektronické nebo elektrické přístroje, zařízení, systémy nebo platformy

rezerva bezpečnosti (safety margin)

rozdíl vyjádřený v dB mezi prahem susceptibility na rušení a skutečnou nebo očekávanou úrovní rušení, která existuje v místě působení

rezerva návrhu (design margin)

rozmezí, ve kterém je možno definovat požadavky na provoz systému v elektromagnetickém prostředí a které zahrnuje známé předpokládané stavy jako je stárnutí a rozptyl hodnot součástí

rezerva odolnosti (immunity margin)

umožňuje zvýšit požadavky elektromagnetického prostředí systému, aby se dosáhlo provozu systému při úrovni, která překračuje požadavky EM prostředí systému

rezerva prostředí (environment margin)

rozmezí, ve kterém je možné zvýšit požadavky elektromagnetického prostředí systému pro zachování funkce systému, které překračují požadavky pro kompenzování neznámých a předpokládaných jevů prostředí

rezerva susceptibility (susceptibility margin)

rozdíl mezi prahem elektromagnetické susceptibility přístroje nebo zařízení a úrovní elektromagnetického prostředí, kterému je přístroj nebo zařízení vystaveno

rezerva zkušebních a analytických chyb (test and analysis error margin)

zvýšení systémových požadavků vlivů elektromagnetického prostředí, aby se dosáhlo správné chování systému, který překračuje požadavky pro kompenzaci tolerancí při zkušebních měření, zkušebních metodách a výpočtech

rezonanční rozsah lidského těla (human resonance range)

kmotočtová oblast, ve které se veškerá energie radiových vln absorbuje v lidském těle

POZNÁMKA V případě rozsahu od dítěte po dospělé osobu se vrcholová hodnota absorpce mění v závislosti na individuální velikosti, vlnové délce a polarizaci pole.

rovinná vlna (plane wave)

elektromagnetická vlna, která je charakteristická vzájemně ortogonálními vektory elektrického a magnetického pole, vztahuje se k impedanci volného prostoru (377Ω) a u které se výkon snižuje se čtvercem vzdálenosti od zdroje

POZNÁMKA V případě rovinné vlny platí následující vztah mezi výkonovou hustotou (S), intenzitou elektrické složky pole (E) a intenzitou magnetické složky pole (H),

$$S = E^2 / 377 = 377 \cdot H^2$$

kde

S [W/m^2],

E [V/m],

H [A/m].

rozmítaný úder (swept stroke)

pokud zůstává bleskový kanál výrazně statický v prostoru a zbraň se pohybuje vpřed, postupuje bleskový kanál zpět po jejím povrchu; tento jev se označuje jako rozmítaný úder, ale mnohem přesněji by se měl označovat jako rozmítaný blesk, protože tento jev se týká celého blesku, včetně všech jeho fází

rozptyl (scattering)

proces, při kterém se zamýšlená vlna, která dopadá na hrubý povrch nebo řadu náhodně umístěných překážek nebo nepravidelností, šíří nepředvídatelným způsobem

POZNÁMKA Rozptyl průběžně přenáší energii zamýšlené vlny ve všech směrech s nepřesně definovanou fází mezi vlnami rozptýlenými různými směry.

rozptylová matice (scattering matrix)

čtvercové pole komplexních čísel, které obsahuje amplitudy přenosových faktorů a faktorů amplitud odrazů na rozhraní struktury multibranu

POZNÁMKA Rozptylová matice je pole koeficientů lineárních rovnic, které vyjadřují amplitudy normalizované komplexní přenášené a odražené vlny na jednotlivých branách 1, 2, j,...n uvažovaných jako výstupní brány a normalizované komplexní amplitudy zamýšlených vln vzhledem k branám 1, 2, j,...n, uvažovaných jako vstupní brány.

rozptylový parametr (scattering parameter)

S_{ij} (symbol) = prvek rozptylové matice

POZNÁMKA Indexy j a i typického parametru S_{ij} se vztahují ke vstupní, respektive výstupní bráně.

rozsah rádiových kmitočtů (radio frequency band)

část elektromagnetického spektra mezi zvukovými kmitočty a infračervenými vlnami

Rozsah rádiových kmitočtů se dělí následovně:

VLF = 3 až 30 kHz

LF = 30 kHz až 300 kHz

MF = 300 kHz až 3 MHz

HF = 3 MHz až 30 MHz

VHF = 30 MHz až 300 MHz

UHF = 300 MHz až 3 GHz

SHF = 3 GHz až 30 GHz

EHF = 30 GHz až 300 GHz

rezerva poškození (damage margin)

rozmezí, ve kterém je možno definovat požadavky systému na elektromagnetické prostředí aniž dojde k poškození nebo zničení systému při úrovni, která přesahuje provozní požadavky

rušivé emise (spurious emissions)

jakékoliv elektromagnetické emise s kmitočtem nebo kmitočty, které jsou mimo oblast šířky pásma zamýšlených emisí a jejichž úrovně je možno snížit bez vlivu na správný přenos informací; rušivé emise obsahují harmonické složky, parazitní emise a intermodulační produkty, ale vylučují emise v těsné blízkosti šířky pásma zamýšlených emisí, které jsou výsledkem modulačního procesu a jsou nutné pro přenos informací

řád harmonické (harmonic number)

číslo, které je dané poměrem kmitočtu harmonické složky a základního kmitočtu

řád meziharmonického kmitočtu (interharmonic order)

poměr meziharmonického kmitočtu a základního kmitočtu; výsledkem není celé číslo

selektivita (selectivity)

schopnost přijímače rozlišit mezi zamýšlenými a nezamýšlenými signály

simulovaná zátěž (dummy load)

nevyzařující zátěž přenosového vedení, která simuluje impedanční a admitanční charakteristiky skutečné zátěže

specifikovaný absorbovaný výkon (specific absorption rate) SAR

dobu, po kterou se RF energie dodává jednotkovému objemu těla; průměrná hodnota SAR v těle je doba celkové absorbované energie dělená celkovou hmotností těla; SAR se vyjadřuje v jednotkách W/kg; specifická absorpce se vztahuje k množství energie absorbované za dobu ozáření a vyjadřuje se v J/kg

spektrální výkonová hustota (spectral power density)

výkonová hustota vztažená k jednotce šířky pásma

správa kmitočtového spektra (spectrum management)

plánování, koordinace a správa společného používání elektromagnetického spektra při používání konkrétních elektronických systémů a jejich funkcí v daném elektromagnetickém prostředí bez vzájemné elektromagnetické interference

standardní teplotní šum (noise temperature standard)

referenční teplota pro měření šumu

POZNÁMKA $T_0 = 290 \text{ °K}$.

stínění (shield)

kryt, clona nebo jiné opatření, obvykle z vodivého materiálu, které má za úkol podstatně snížit vliv elektrického nebo magnetického pole mezi okolím a zařízením nebo obvodem

stínicí kryt (shielding enclosure)

struktura, která chrání určitý prostor před účinky elektrického a magnetického pole nebo naopak ochraňuje okolní prostor před účinky elektrického nebo magnetického pole vznikajícího uvnitř zařízení; stínicí kryt s vysokou stínicí účinností je obecně schopen snížit intenzitu elektrického nebo magnetického pole o několik řádů v závislosti na kmitočtu

POZNÁMKA Stínicí kryt je obvykle konstruován z vodivého materiálu a jeho konstrukce musí zajistit velmi dobrý elektrický kontakt mezi jednotlivými díly, včetně dveří.

stínicí účinnost (shielding effectiveness)

míra schopnosti potlačit nebo snížit elektromagnetické vlny; pro dané externí zdroje se jedná o poměr intenzity elektrického nebo magnetického pole před stíněním a za stíněním

POZNÁMKA Obvykle se vyjadřuje v kmitočtové doméně jako poměr amplitud externího pole a pole pronikajícího do stíněného prostoru, vyjádřeného v logaritmickém měřítku (dB).

střední proud (intermediate current)

elektrický proud o intenzitě několika kA, který se může objevit po několika úderech záporného blesku a který může trvat několik ms po prvotním rozpadu zpětného úderu

střední výkon (average power)

časově průměrovaná hodnota přenosu energie. $P_{\text{avg}} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} P(t) dt$

kde

P = okamžitý výkon,

t_1 = počáteční čas,

t_2 = konečný čas intervalu, ve kterém se výkon P průměruje.

střední výkonová hustota (average power density)

výkon elektromagnetického pole vzhledem k ploše, kolmé ke směru šíření, vyjádřený v daném bodě jako W/m^2 a průměrovaný v daném časovém úseku

střída impulzu (pulse duty factor)

poměr střední doby trvání impulzu a opakovacího kmitočtu posloupnosti impulzů

subharmonický kmitočet (subharmonic frequency)

oscilace s kmitočtem, který se rovná celočíselnému násobku jiného kmitočtu

susceptibilita (susceptibility)

neschopnost zařízení nebo systému pracovat bez zhoršení funkce za přítomnosti elektromagnetického prostředí; susceptibilita se často charakterizuje jako opak odolnosti; práh susceptibility je úroveň rušení, při kterém začíná docházet ke zhoršování funkce zařízení

POZNÁMKA Velmi často se jedná o kmitočtovou závislost.

susceptibilita na vedené emise (conducted susceptibility)

úrovně rušivých proudů nebo napětí na napájecích, řídicích nebo signálových vodičích, které způsobí nežádoucí reakce nebo zhoršení funkce zkoušeného zařízení; často se používá termín vedená susceptibilita

susceptibilita na vyzařované emise (radiated susceptibility)

rozsah, ve kterém je zkoušené zařízení citlivé na elektromagnetické pole; často se používá termín vyzařovaná susceptibilita

svorkové ochranné zařízení (terminal protection device)

rychlé prepínací zařízení, které je umístěno mezi citlivým obvodem a kostrou a má za úkol ochránit elektronické součástky před účinky blesku a elektromagnetického impulzu

POZNÁMKA V některých případech se může jednat o zařízení, které chrání před účinky přechodových jevů a napěťových rázů.

symetrický režim (differential mode)

napětí mezi dvěma libovolnými aktivními vodiči

systém (system)

soubor zařízení, podsystémů, obsluhy a technologií schopných provádět nebo podporovat definovaný provozní režim; kompletní systém obsahuje všechna provozní zařízení, pomocné objekty, materiál, software, služby a obsluhu nutnou k provozu na stupni, který může zajistit provozní nebo podpůrné prostředí

systém pro generování elektromagnetického impulzu (system generated electromagnetic pulse) SGEMP

proces, při kterém se v průběhu jaderného výbuchu ve velké výšce generuje Röntgenovo záření a záření gama, které působí na vnější i vnitřní povrchy systému a kdy se tvoří fotoelektrony a Comptonovy elektrony, které vytvoří elektromagnetické prostředí složené z externích a interních polí a proudů indukovaných na površích nebo kabelech; při SGEMP může docházet k přímým a/nebo nepřímým vazbám v elektronických obvodech, které v některých případech vytvářejí přechodové děje a napěťové výboje (rázy)

širokopásmové emise (broadband emission)

emise, jejichž spektrální rozložení energie je větší, ve srovnání s referenční šířkou pásma citlivých přijímačů nebo měřicího přijímače

POZNÁMKY

- 1 Obvykle se definují v rozsahu poklesu o 3 dB oproti maximální úrovni.
- 2 Jednotka pro měření širokopásmového signálu při použití měřicího přijímače je obvykle dB μ V/MHz.

širokopásmové interference (broadband interference)

rušení, jehož spektrální rozložení energie je dostatečně široké, takže odezva měřicího přijímače se významně nemění při nastavování různých rozlišovacích šířek pásma (RBW)

širokopásmový rádiový šum (broadband radio noise)

elektromagnetický šum, jehož spektrální šířka je při srovnání se jmenovitou šířkou pásma měřicího přístroje velká a jehož spektrální složky jsou uniformní a tak blízko sebe, že není možno měřicím přijímačem rozlišit

šíření na přímou viditelnost (line-of-sight propagation)

šíření vlny na přímou viditelnost mezi vysílačem a přijímačem, kdy přenosová cesta není ovlivněna odrazy, lomy nebo rozptylem rádiového signálu

POZNÁMKA Typické pro UHF a VHF komunikační systémy.

šířka anténního svazku (antenna beamwidth)

úhel, který je určen body, ve kterých je vyzařovaná intenzita poloviční vzhledem k maximální vyzařované intenzitě hlavního laloku

šířka pásma (bandwidth)

kmitočtový rozsah, ve kterém se daná charakteristika zařízení nebo přenosového kanálu neodchyluje od referenční hodnoty více, než je uvedeno

POZNÁMKA Danou charakteristikou může být např. amplituda/kmitočet, fáze/kmitočet nebo zpoždění/kmitočet.

škodlivé interference (harmful interference)

jakékoliv vyzařované nebo vedené emise, které významným způsobem snižují funkční vlastnosti nebo vážně zhoršují, poškozují nebo opakovaně přerušují komunikační systémy, jako je radionavigace, telekomunikační služby, rádiová komunikace, vyhledávací nebo záchranné systémy nebo meteorologické služby, které pracují v souladu se schválenými normami nařízeními a postupy

šum (noise)

časově proměnný elektrický signál, který zjevně nenesení informace a může se superponovat nebo kombinovat s užitečným signálem

POZNÁMKY

- 1 V konkrétním případě může šum přenášet informace o některých charakteristikách zdroje, např. o podstatě a umístění.
- 2 Souhrnné signály se mohou objevit jako šum, který není možno odděleně identifikovat.

TEMPEST

termín, který se používá při výzkumu a studiu kompromitujícího vyzařování a ověřování opatření proti jeho účinkům

POZNÁMKY

- 1 Používá se v následujících souslovích TEMPEST zkoušky, TEMPEST zařízení, TEMPEST prohlídka, TEMPEST instalační požadavky, TEMPEST zónování atd.
- 2 V některých případech se TEMPEST uvažuje jako zkratka „TEMPorary Emanation and Spurious Transmission“.

teplotní šum (noise temperature)

teplota pasivního systému pro specifikovaný kmitočet, měřená na dvojici svorek systému, která má dostatečný šumový výkon na jednotku šířky pásma vztahující se k aktuálním svorkám

tichá zóna (quiet zone)

oblast bezodrazového stíněného prostoru, kde se odrazivost redukuje v úrovni návrhu

tok štěrbinou (aperture flux)

magnetický tok přímého úderu blesku uvnitř zbraně, který pronikl štěrbinami, jako jsou např. dielektrické kryty nebo spoje a mezery ve vodivých krytech

POZNÁMKA Jeho průběh odpovídá vnějšímu magnetickému toku.

tolerance přechodu napětí (voltage transient tolerance)

okamžitá změna napětí s (výjimkou napěťových špiček), která je mimo meze uživatelské napěťové tolerance, opakuje se a po specifikovanou dobu zotavení (> 1 ms) zůstává v těchto mezích od začátku rušení; tolerance přechodu napětí se přičítá k mezím uživatelské napěťové tolerance

trvání impulzu (pulse duration)

doba mezi body, které představují 50 % amplitudy vzestupné a sestupné hrany impulzu, pokud není stanoveno jinak

umělá síť (line impedance stabilisation network) LISN

zařízení, které se zapojuje do napájecího obvodu zkoušeného elektrického zařízení a které v daném kmitočtovém pásmu vytváří předepsanou zatěžovací impedanci pro měření rušivého napětí a může odstranit vazbu mezi zkoušeným zařízením a napájecí sítí v požadovaném kmitočtovém pásmu

uspořádání (configuration)

v oblasti vlivů elektromagnetického prostředí se jedná o uspořádání munice nebo zbraňového systému

PŘÍKLADY elektrické uspořádání, geometrické uspořádání.

POZNÁMKA Uspořádání munice nebo zbraňového systému může být významné z hlediska susceptability na vlivy elektromagnetického prostředí a musí se použít při popisu nebezpečí nebo jeho analýzy.

uspořádání výzbroje (ordnance configuration)

skutečné uspořádání, které se předpokládá ve fázi bezpečného uložení výzbroje a její hostitelské platformy nebo systému a příslušného pomocného zařízení

úder (stroke)

část výboje blesku, po kterém následuje prvotní úder

úpravy pro regulaci elektromagnetické interference (maintenance-related electromagnetic interference)

návrh úprav, které mají za cíl ovlivnit elektromagnetickou interferenci, pro účely použití při plnění mise mají střední nebo malý vliv, ale byly navrženy pro zlepšení instalace nebo nesprávné údržby

POZNÁMKA Správná instalace a průběžná údržba zabrání zhoršení elektromagnetických vlastností při použití.

úroveň bezpečnosti (remain safe)

schopnost systému neohrozit osoby nebo platformy v případě ozáření specifikovaným jevem elektromagnetického prostředí, nebo následně při manipulaci nebo likvidaci

úroveň susceptibility (susceptibility level)

úroveň elektromagnetického rušení, pod kterou může přístroj nebo zařízení uspokojivě pracovat

úroveň rušení (disturbance level)

úroveň elektromagnetického rušení v dané lokalitě, které je tvořeno všemi zdroji rušení

útlum (attenuation)

kvantitativní výraz pro snížení výkonu, který se vyjadřuje jako poměr dvou veličin výkonu známým způsobem

POZNÁMKA Útlum se vyjadřuje především v logaritmickém měřítku jako dB.

útlum stínění (shield attenuation)

poměr mezi signálem vysílače přijímaného bez stínění a signálem téhož vysílače přijímaného uvnitř stíněného prostoru nebo vložené ztráty v případě, že je mezi anténu vysílače a přijímače umístěno stínění; útlum stínění se vyjadřuje následovně:

$Att \text{ (dB)} = 20\log(E_1/E_2)$ v případě elektrického pole,

$Att \text{ (dB)} = 20\log(H_1/H_2)$ v případě magnetického pole,

kde E_2 a E_1 jsou intenzity elektrického pole za použití stínění a bez stínění a H_2 a H_1 jsou intenzity magnetického pole za použití stínění a bez stínění

úzkopásmové emise (narrowband emission)

emise, jejichž rozložení spektrální energie je úzké v porovnání s referenční šířkou pásma snímače susceptibility nebo měřicího přijímače.

POZNÁMKY

- 1 Pásmo emisí se obvykle definuje za použití šířky pásma při poklesu o 3 dB.
- 2 Jednotky pro měření úzkopásmových signálů při použití měřicího přijímače jsou obvykle dB μ V

úzkopásmový rádiový šum (narrowband radio noise)

elektromagnetický signál, který vykazuje jeden nebo více ostrých spektrálních vrcholů, které jsou ve srovnání se jmenovitou šířkou pásma úzké a dostatečně vzdálené, aby se daly rozeznat měřícím přijímačem nebo komunikačním zařízením

úzkopásmový signál (narrowband signal)

analogový signál nebo analogová interpretace číslicového signálu, jehož podstatný spektrální obsah je omezen tak, že je soustředěn do hlasového kanálu se jmenovitou šířkou pásma 4 kHz

POZNÁMKA Úzkopásmové rádio používá hlasový kanál se jmenovitou šířkou pásma 3 kHz.

uživatelská tolerance napětí (user voltage tolerance)

maximální povolené rozpětí od jmenovitého napájecího napětí v průběhu normální funkce, s výjimkou přechodových jevů a cyklických změn napětí; uživatelská tolerance napětí zahrnuje změny, které jsou způsobeny změnou zátěže a prostředí (teplota, vlhkost nebo vibrace)

uživatelské zařízení (user equipment)

jakékoliv zařízení nebo systém, které využívá elektrického napájecího systému platformy

vedená susceptibilita (conducted susceptibility)

měření úrovně rušivých proudů nebo napětí na napájecích, řídicích nebo signálových vodičích, které způsobí nežádoucí reakce nebo zhoršení funkce zkoušeného zařízení

vedené emise (conducted emission)

elektromagnetická energie, která se šíří prostřednictvím vodiče

vliv elektromagnetického prostředí (electromagnetic environment effect) E3

účinek elektromagnetického prostředí na provozní schopnosti elektronických nebo elektrických přístrojů, zařízení platform a osob

POZNÁMKA Zahrnuje následující elektromagnetické disciplíny:

elektromagnetická kompatibilita,
elektromagnetická interference,
elektromagnetická zranitelnost,
elektromagnetický impulz,
elektronický boj,
elektrostatický výboj,
nebezpečné elektromagnetické vyzařování působící na zbraně a prchavé látky,
nebezpečné elektromagnetické vyzařování působící na osoby,
přírodní účinky blesku a atmosférické elektřiny.

vlna (wave)

změna fyzických podmínek média charakterizovaných polem a rychlostí, která je definovaná pro každý bod a v každém směru vlastnostmi tohoto média

POZNÁMKY

- 1 Vlna se produkuje místní akcí nebo nastavením takových akcí.
- 2 Šíření vlny se může popsat pouze takovým polem, které je možno popsat hyperbolickými parciálními diferenciálními rovnicemi. Např. elektromagnetická energie se šíří prostorem nebo vlnami, ale šíření tepla v tyči nemá definovanou rychlost a tedy se nejedná o vlnové šíření.

vložené ztráty (insertion loss)

jsou výsledkem vložení obvodu do přenosového systému pro určitý kmitočet; jedná se o poměr výkonu dodávaného do části systému bez vloženého obvodu a výkonu dodávaného do stejné části systému po vložení obvodu

POZNÁMKA Vložené ztráty se obecně vyjadřují v dB.

vodivá cesta (trunk wireway)

kovový kryt, který poskytuje elektromagnetické stínění kabelům, které obklopuje. Jedna nebo více stran krytu může tvořit struktura platformy

vodivá vlákna (streamers)

ionizované cesty nebo vlákna z oblasti koróny k vodivým bodům v případě, že pole významně překročí prahovou hodnotu koróny

vodivé slože elektricky rozněcovatelného prostředku (conductin composition electro-explosive device)

elektricky rozněcovatelný prostředek, ve kterém je primární explozivní náplň smíchána spolu s malým množstvím grafitu, práškového kovu nebo jiného vodivého materiálu, který v případě jeho umístění do vhodného krytu, umožňuje průtok elektrického proudu mezi dvěma elektrodami, což vyvolá prudký ohřev tohoto materiálu

vodivý povrch (conducting surface)

oblast, ve které je povrchový odpor nižší než 1 MΩ

vrcholová obálka výkonu (peak envelope power) PEP

výkon dodávaný vysílačem do anténní linky během jedné periody kmitočtu na nejvyšší amplitudě modulační obálky za podmínek běžného provozu

vrcholová výkonová hustota impulzu (peak pulse power density)

vrcholová hodnota výkonové hustoty, která se průměruje vzhledem k šířce impulzu elektromagnetického vyzařování vztaženého k ploše [W/m^2]

vrcholový detektor (peak detector)

detektor, jehož výstupní napětí odpovídá vrcholové hodnotě vstupního signálu

vstupní brána (port of entry)

v oblasti vlivů elektromagnetického prostředí se jedná o fyzické místo na elektromagnetické bariéře, kde může elektromagnetická energie vstupovat nebo vystupovat v topologickém objemu, pokud není k dispozici odpovídající ochranné zařízení vstupní brány

POZNÁMKY

- 1 Vstupní brána není omezena pouze na geometrický bod.
- 2 Vstupní brány se klasifikují jako vstupní otvory, nebo vodiče podle typu průniku.
- 3 Vstupní brány se klasifikují jako architekturní, mechanické, strukturální nebo elektrické brány podle zvyklostí té které technické disciplíny.

vyločená spektra (spectrum supportability)

opatření, aby vybrané kmitočty a kmitočtová pásma byla k dispozici pro vojenské účely a pro zajištění účinné spolupráce v provozním elektromagnetickém prostředí; hodnocení zařízení nebo systémů z hlediska vyloučených kmitočtů je minimální požadavek pro certifikaci systému k provozu národní autoritou (ČTÚ)

vyzařované emise (radiated emission)

signály nebo šum šířený vyzařováním do prostoru

vyzařované pole o vysoké intenzitě (high-intensity radiated field)

elektromagnetické prostředí, které existuje díky přenosu elektromagnetické energie ve volném prostoru

vyzařované interference (radiated interference)

nepožadovaná elektrická energie ve formě elektrického a/nebo magnetického pole, která se vyzařuje z elektrického zdroje vztaženého k libovolné jednotce nebo její části, anténě, kabelu nebo propojovacímu vodiči a která způsobuje zhoršení funkce

vyzařování (radiation)

emise energie ve formě elektromagnetických vln

výboj blesku mezi mraky (intercloud flash)

výboj blesku mezi mraky

výboj blesku v mraku (intracloud flash)

výboj blesku, který proběhne v jednom mraku

výboj vzduchem (air discharge)

přenos elektrického náboje vzduchem mezi dvěma tělesy s různým elektrickým potenciálem

výkonová hustota (power density)

vyzařovaný výkon vztažený k ploše, která je kolmá ke směru šíření, vyjadřovaný ve W/m^2 , mW/cm^2 nebo $\mu W/cm^2$

výrobní rezerva (manufacturing margin)

zvýšení požadavků systému na vlivy elektromagnetického prostředí, pro poskytnutí provozních požadavků, které přesahují obvyklé požadavky a jsou určeny pro kompenzaci odchylek při zhotovování, montáži a uspořádání během výroby systému

výzbroj (ordnance)

zbraňový systém s jeho municí a pomocným zařízením potřebným pro roznět munice

vzdálené pole (far-field region)

oblast vzdálená od zdroje vyzařování, kde se vyzařovací diagram nemění v závislosti na vzdálenosti od zdroje

záblesk (flash)

v oblasti jevů elektromagnetického prostředí se jedná o celkový světelný projev blesku

zisk antény (antenna gain)

poměr výkonu, obvykle vyjádřeného v dB, přiváděného na vstup bezztrátové referenční antény a výkonu, který je nutno přivést na vstup dané antény, aby se ve stejné vzdálenosti v daném směru vytvořila stejná intenzita elektromagnetického pole nebo výkonová hustota; pokud není uvedeno jinak, vztahuje se zisk ke směru maximálního vyzařování; zisk platí pouze pro specifikovanou polarizaci; v závislosti na volbě referenční antény je možno definovat následující zisky:

Absolutní nebo izotropní zisk (G_i), v případě, že se jako referenční anténa použije izotropní anténa izolovaná v prostoru.

Zisk, vztažený k půlvlnnému dipólu (G_d), kdy se jako referenční anténa použije půlvlnný dipól izolovaný v prostoru, jehož ekvatoriální rovina obsahuje daný směr.

Zisk, vztažený ke krátké vertikální anténě (G_v), kdy se jako referenční anténa použije lineární vodič, mnohem kratší než čtvrtina vlnové délky, kolmý k povrchu dokonale vodivé plochy, která je nastavena k danému směru.

POZNÁMKA Zisk antény se vztahuje k rozměrům antény, která je daná následujícím vztahem:

$$G = 4\pi A e / \lambda^2$$

kde

A = fyzická plocha antény [m^2],

e = účinnost antény (typicky $0,4 < e < 0,75$),

λ = vlnová délka [m].

zařízení (equipment)

jakýkoliv elektrický, elektronický nebo elektromechanický přístroj nebo soubor přístrojů, které jsou určeny, aby pracovaly jako integrální jednotka k provedení samostatné funkce

základní kmitočet (fundamental frequency)

kmitočet získaný jako časová funkce Fourierovy transformace, od kterého se odvozují všechny kmitočty spektra

záporný blesk (negative flash)

výboj do země z oblasti záporného náboje

zbraňový systém (weapon system)

kombinace jedné nebo více zbraní uspořádaných do celku včetně všech zařízení, služeb, obsluhy, přepravy a umístění vyžadovaných pro samostatné použití

zemnění (earthing)

způsob uspokojivého elektrického spojení mezi strukturou, včetně kovových krytů, objektu nebo vozidla a zemí pro zajištění referenčního zemního potenciálu

zemnicí elektroda (earth electrode)

vodivá část nebo skupina přímo se dotýkající vodivých částí, poskytujících elektrické spojení se zemí

zemnicí obvod (earthing network)

části zemnicí instalace, které jsou zamýšleny jako zemnicí elektrody a jejich propojení

zemnicí vodič (earthing conductor)

ochranný vodič, který spojuje hlavní zemní svorky nebo pásy a působí jako zemnicí elektroda

zemní referenční plocha (ground reference plane)

plochý vodivý povrch, jehož potenciál se použije jako společná referenční plocha

zhoršení (degradation)

neočekávaná odchylka provozní činnosti přístroje, zařízení nebo systému od předpokládaného běžného provozu

zkušební prostor (test volume)

prostor, který byl ověřen tak, aby se dosáhlo odpovídající nejistoty měření při konkrétní zkoušce vyzařovaných emisí nebo susceptibility na vyzařované pole; např. u zkoušek příčnou vlnou se zkušební prostor popisuje jako kužel, který je umístěn mezi přepážkou zkušební buňky, spodní stranou a mezi postranními stěnami buňky; jeho základna je seříznuta ve vhodné vzdálenosti před absorpčním materiálem, aby nedošlo k ovlivnění; rozměry od středu zkušební buňky se řídí přesností požadovanou pro konkrétní zkoušku

znecitlivění (desensitization)

snížení požadovaného výstupu přijímače vlivem rušivého signálu

znecitlivění přijímače (receiver desensitization)

jev, který nastává v případě, kdy rušivý signál ze sousedního kanálu s dostatečnou úrovní ovlivní přijímač a způsobí, že vstupní obvody pracují v nelineární části charakteristiky; v takovém případě se zhorší zisk a/nebo citlivost a zvýší se celkové šumové číslo pro požadovaný vstupní signál

zodolňování (hardening)

snížování susceptibility zařízení, systému nebo vybavení na vlivy elektromagnetického prostředí

zpětné ztráty (return loss)

prevrácená hodnota faktoru odrazivosti vyjádřená v logaritmickém měřítku:

$$A = 20 \log (1 / r)$$

POZNÁMKA r je poměr odražené vlny k vlně dopředné, $A = \infty$, pokud je impedance ochranného obvodu přizpůsobena vlnové impedanci připojeného kabelu.

zpětný rozptyl (backscattering)

rozptyl elektromagnetického paprsku, ve kterém směry šíření uvažovaných rozptýlených vln nepřekračují úhel 180° vzhledem ke střednímu směru šíření hlavního laloku paprsku

zrcadlový kmitočet (image frequency)

v radiových přijímačích, které používají kmitočtový přenos, se jedná o kmitočet symetrický ke kmitočtu rádiového signálu přivedeného na vstup, vzhledem ke kmitočtu prvního místního oscilátoru

POZNÁMKA Zrcadlový kmitočet se vyskytuje pouze v případě, že kmitočet místního oscilátoru se rovná nejméně polovině kmitočtu vstupního signálu.

zvlnění (ripple)

střídavá složka výstupního stejnosměrného signálu; tento výraz se obvykle používá pro označení střídavého signálu, který je namodulován na stejnosměrný výstupní signál a je způsoben nedokonalou filtrací; stupeň filtrace závisí na kmitočtu a zatěžovací impedanci; se snižováním odporu zátěže se vyžaduje vyšší stupeň filtrace

zvýšení rezervy (upset margin)

zvýšení požadavků v systému vlivu elektromagnetického prostředí tak, aby systém fungoval za podmínek, které přesahují požadavky kompenzující narušení systému

životní cyklus (life cycle)

časový úsek, který začíná posouzením požadavků systému, objektu nebo výrobku a končí jeho likvidací

POZNÁMKA Životní cyklus musí obsahovat celou řadu postupných fází, včetně posouzení požadavků, plánování, studie použitelnosti, definování, návrhu, vývoje, výroby, instalace a zkoušek, provozu, údržby a konečné likvidace.

6 ZKRATKY

Zkratka	Název v originálu	Český název
AAP	Association of American Publishers	Sdružení amerických vydavatelů
AECTP	Allied Environmental Conditions Testing Publication	podmínky a zkušební postupy spojeneckého prostředí
AEP	Association of Educational Publishers	Sdružení vydavatelů naučné literatury
ANSI	American National Standards Institute	Americký národní normalizační institut
AOP	Allied Ordnance Publication	spojenecká publikace pro výzbroj
ARP	Aerospace Recommended Practise	doporučení pro leteckou praxi
ČOS	-	český obranný standard
DEF STAN	Defence Standard	obranná norma
DRAM	Dommages des radio électromagnétiques sur les Armes et Munnitions	poškození vojenské munice elektromagnetickým vyzařováním
ECC	Electronic Communications Committee	Komise pro elektronickou komunikaci
EME	Electromagnetic Environment	elektromagnetické prostředí
EUT	Equipment Under Test	zkoušené zařízení
FCC	Federal Communications Commission	Federální komise pro komunikaci
GAM	Guerre Air Mer	námořní letectvo

ICNIRIP	International Commission on Non Ionising Radiation Protection	Mezinárodní komise pro ochranu před neionizujícím zářením
IEC	International Electrotechnical Commission	Mezinárodní elektrotechnická komise
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers	Institut pro elektřinu a elektroniku
ITU-R	International Telecommunication Union – Radiocommunication Sector	Mezinárodní unie pro telekomunikaci – Radiokomunikační odbor
MIL-HDBK	Military Handbook	vojenská příručka
MIL-STD	Military Standard	vojenská norma
NACSEM	National Communications Security Emanation Memorandum	Národní memorandum o bezpečném vyzařování při komunikaci
NATO	North Atlantic Treaty Organization	Severoatlantická aliance
RTCA/DO	Radio Technical Commission for Aeronautic	Radiotechnická komise pro letectví
SAE	Society of Automotive Engineers	Společnost pro automobilní průmysl
SDIP	SECAN Doctrine and Information Publications (NATO standards for TEMPEST)	publikace SECAN (norma NATO pro TEMPEST)
SECAN	Military Committee Communications Security & Evaluation Agency, Washington	Vojenská komise pro komunikační bezpečnost a úřad pro hodnocení, Washington
STANAG	Standardization Agreement	standardizační dohoda

Vzhledem k rozsahu dokumentu jsou další definice a zkratky součástí jednotlivých kategorií.

7 KATEGORIE 500 – ZKOUŠKY VLIVU ELEKTROMAGNETICKÉHO PROSTŘEDÍ (E3)

7.1 Související dokumenty

- | | |
|-------------------------------|---|
| [1] STANAG 4370 | ENVIRONMENTAL TESTING
Zkoušky vlivu prostředí |
| [2] AECTP-250
(ČOS 999935) | ELECTRICAL AND ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL CONDITIONS
Podmínky elektrického a elektromagnetického prostředí |
| [3] AECTP-100
(ČOS 999937) | ENVIRONMENTAL GUIDELINES FOR DEFENCE MATERIEL
Směrnice ke vlivu na vojenský materiál |
| [4] AECTP-300
(ČOS 999905) | CLIMATIC ENVIRONMENTAL TESTS
Zkoušky vlivu klimatického prostředí |
| [5] AECTP-400
(ČOS 999902) | MECHANICAL ENVIRONMENTAL TESTS
Zkoušky vlivu mechanického prostředí |
| [6] RTCA/DO-160 | ENVIRONMENTAL CONDITIONS AND TEST PROCEDURES FOR AIRBORNE EQUIPMENT
Podmínky prostředí a zkušební postupy pro palubní zařízení |
| [7] AEP-41 | NATO IMPLEMENTATION OF UNIFIED PROTECTION AGAINST ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL EFFECTS (UE3)
Zavedení v rámci NATO jednotné ochrany proti účinkům elektromagnetického prostředí (UE3) |
| [8] Def Stan 59-411
Part 5 | CODE OF PRACTICE FOR TRI SERVICE DESIGN AND INSTALLATION
Metodika pro opravy a instalace |

7.2 Zkratky

Zkratka	Název v originálu	Český název
AECTP	Allied Environmental Conditions and Test Publication	spojenecké publikace pro podmínky prostředí a jejich prověřování
AEP	Allied Engineering Publication	spojenecké technické publikace
AMN	Artificial Main Network	umělá napájecí síť
COTS	Commercial Off The Shelf	konkrétně nakupovaný materiál

Zkratka	Název v originálu	Český název
CW	Continuous Wave	průběžná vlna
Def Stan	Defence Standard	obranný standard
E3	Electromagnetic Environmental Effect	vlivy elektromagnetického prostředí
EID	Electrically Initiated Devices	elektricky rozněcovatelné zařízení
EM	Electromagnetic	elektromagnetický
EMC	Electromagnetic Compatibility	elektromagnetická kompatibilita
EMCCP	Electromagnetic Compatibility Control Plan	regulační plán elektromagnetické kompatibility
EME	Electromagnetic Environmental	elektromagnetické prostředí
EMI	Electromagnetic interference	elektromagnetická interference
EMITP	Electromagnetic Interference Test Plan	zkušební plán elektromagnetické interference
EMP	Electromagnetic Pulse	elektromagnetický impulz
EMV	Electromagnetic vulnerability	elektromagnetická zranitelnost
ESD	Electrostatic Discharge	elektrostatický výboj
EUT	Equipment Under Test	zkoušené zařízení
ISN	Impedance Stabilization Network	impedanční stabilizační síť
LISN	Line Impedance Stabilization Network	impedanční stabilizační síť
MOTS	Military Off The Shelf	materiál nakupovaný komerčně pro vojenské účely
NATO	North Atlantic Treaty Organization	Severoatlantická aliance
OATS	Open Area Test Site	otevřené měřicí místo
RF	Radio frequency	rádiový kmitočet
STANAG	Standardization dokument	standardizační dohoda

7.3 Úvod

AECTP-500 je jedním ze šesti dokumentů, které jsou uvedeny ve STANAG 4370 „Zkoušky vlivu prostředí“ [1]. Obsahuje zkušební požadavky a postupy vlivů elektromagnetického prostředí (E3) nutné pro zajištění, že vojenské platformy, systémy, podsystémy a zařízení byly navrženy s ohledem na elektromagnetickou kompatibilitu (EMC) a ověřeny zkouškou, analýzou, modelováním nebo simulací, podle vhodnosti, a že splňují provozní požadavky elektromagnetického prostředí (EME), tj. AECTP-500 stanovuje požadavky a kritéria ověření E3 rozhraní pro letecké, námořní, vesmírné a pozemní síly, včetně připojené výzbroje.

7.4 Požadavky

Vojenské platformy, systémy, podsystémy a zařízení musí být elektromagneticky kompatibilní se všemi podsystémy a zařízeními v systému a prostředím, které se vytváří vysílači a ostatními elektromagnetickými zdroji ať už externími nebo interními pro zajištění bezpečného a správného provozu. Technické prostředky použité pro ochranu zařízení proti vlivům elektromagnetického prostředí E3 musí být ověřitelné a udržitelné po celou dobu životnosti systému. Ověřitelnost se musí týkat všech fází životního cyklu systému, včetně běžné údržby, kontroly, skladování, transportu, manipulace, balení, nabíjení, vybití, odpálení a postupů běžných pro jednotlivé fáze životního cyklu.

7.4.1 Externí rádiové kmitočty EME

Vojenské platformy, systémy, podsystémy a zařízení musí být elektromagneticky kompatibilní s definovaným externím elektromagnetickým prostředím RF EME tak, že jsou splněny provozní požadavky. AECTP-250 [2] obsahuje definice prostředí E3. Vojenské platformy, systémy, podsystémy a zařízení vystavené více vlivům elektromagnetického prostředí musí použít metodu nejhoršího případu, která slučuje použitelné EME. Externí RF EME zajišťuje kompatibilitu, ale neomezuje, EME pro platformy (jako jsou letadla letící ve formaci, lodě plující v sestavě a spolupracující vozidla) a spojenecké vysílače. Shoda se musí ověřit zkouškami, analýzou nebo jejich kombinací na úrovni systému, podsystému a zařízení.

7.4.2 Výběr zkoušek pro smluvní použití

Specifická kritéria použití se musí odvodit z provozní a technické analýzy systému a prostředí, ve kterém se bude systém používat. Pokud se analýzou zjistí, že požadavky uvedené v tomto standardu nejsou vhodné nebo dostatečné pro zavedení, je možné použít jiných vhodných dokumentů.

Hlavní dodavatel musí uvážit, že jeho cílem musí být splnění určitých modifikací zvolených zkoušek. Tento výběr zkušebních požadavků musí např. splňovat požadavek na co nejnižší cenu a dobu provedení zkoušek, aniž by se snížila důvěra při demonstraci splnění požadavků EMC. Hlavní dodavatel musí být schopen vytvořit takové návrhy, které zajistí odpovídající požadavky zkušebnímu plánu a předložit je národní autoritě před vlastním provedením.

Výběr zkoušek a mezních hodnot je přijatelný tam, kde se zkoušky a mezní hodnoty musí přizpůsobit mnohem náročnějšímu EM prostředí. Snížení náročnosti zkoušek nebo mezních hodnot uvedených v následujících kapitolách tohoto dokumentu nebo národních dokumentech se nedoporučuje. V případě, že národní autorita souhlasí se snížením náročnosti zkoušek, vyžaduje se splnění požadavků tohoto standardu spolu s upozorněním na tuto skutečnost v odpovídající dokumentaci.

7.4.3 Vliv komerčních (COTS) a vojenských (MOTS) zařízení

Používání COTS a E3 zařízení může vést k tomu, že systémy jsou mnohem zranitelnější, pokud jsou tato zařízení nesprávně posouzená. Veškerá COTS zařízení se navrhují tak, že vyhovují méně přísnějším požadavkům elektromagnetického prostředí (EME) než vojenská zařízení a mohou tedy být při provozu mnohem zranitelnější. Může dojít k jejich poškození při vystavení RF polím o vysoké úrovni nebo může dojít k jejich rušení ostatními prvky systému. Zařízení MOTS nesplňují

některé nejpřísnější požadavky EMC. Použití COTS/MOTS zařízení tedy představuje riziko neslučitelnosti a požadavek dalších nákladů pro zabezpečení údržby během životního cyklu a obnovu použití v jiných aplikacích. Pro zařízení, které se používá v důležitých rozhodujících/spojených systémech nebo prostředích se rozhodnutí o použití COTS/MOTS a případné riziko musí odrazit v bezpečnostních pravidlech systému.

Metoda a návod pro posuzování rizik COTS/MOTS zařízení je uvedena v kategorii 500, příloha A.

7.5 Kategorie zkoušek E3 a požadavky

7.5.1 Úvod

Každá kategorie ČOS 051627 nebo zkoušek E3 poskytuje ověření a zkušební metody vhodné pro popsané použití. Jsou vhodné pro obstarávání, návrh a zkoušky zařízení a systémů potřebných pro definování, jaké kategorie a ověřování/zkoušky v jednotlivých kategoriích jsou použitelné v rámci projektu. Všechny uvedené metody není nutno používat bez rozmyslu, ale je třeba zvolit zkoušky podle použití.

V procesu vývoje a ověřování/zkoušek se musí uvést očekávaný životní cyklus materiálu. Dále se musí také započítat kumulativní poškození, které je způsobeno dlouhou expozicí v různém EM prostředí a následné změny v odolnosti proti elektromagnetickým vlivům. Pro zajištění EMC se také musí započítat rozhraní s odpovídajícími platformami.

Zde uvedené postupy poskytují dostatečné ověření provozu a odolnosti proti vlivům elektromagnetického prostředí (E3). Zkoušky prováděné na úrovni zařízení není nutno z důvodu opakování vlivu prostředí provádět. Tam kde je to nutné, je třeba uvádět omezení nebo zamýšlené použití.

7.5.2 Použití

Jednotlivé kategorie tohoto dokumentu obsahují informace o následujících tématech:

- a) Vytváření zkušebního programu.
- b) Použití jednotlivých zkoušek.
- c) Zkušební metody.
- d) Úrovně parametrů zkoušek.
- e) Charakteristiky zkušebních zařízení.
- f) Uspořádání zkušebních přístrojů.
- g) Zkušební podmínky.
- h) Ověření zkušebních položek před a po zkoušce.
- i) Výsledky zkoušek včetně plánů, údajů a protokolů.
- j) Chybová kritéria.

7.5.3 Kombinované zkoušky

Postup při výběru dle AECTP-100 [3] může přinést potřebu kombinovat zkoušky elektrického/elektromagnetického prostředí se zkouškami v jiném prostředí, např. dle

AECTP-300 [4] nebo AECTP-400 [5]. Taková kombinace zkoušek může poskytnout mnohem realističtější reprezentaci vlivů prostředí, než řada jednotlivých zkoušek.

7.5.4 Zkoušky a ověření úplného materiálu

Zkoušky a ověření celého systému se může použít v případě použití rozlehlých systémů, které se mohou provádět na místě použití nebo mnohem obecněji na úplné platformě. Tyto zkoušky jsou uvedeny v kategoriích 505, 506, 507 a 508.

7.5.5 Kategorie 501 – Zkoušky zařízení a podsystémů

Tato kategorie obsahuje zkušební postupy pro použití u zařízení a podsystémů, které je možno zkoušet ve stíněné komoře. Zkoušky jsou nutné pro snížení rizika elektromagnetické interference (EMI), pokud se počítá s umístěním zařízení do většího celku a před tím, než se provádí zkoušky na úrovni celého systému.

Jednotlivé podsystémy a zařízení musí splňovat požadavky na redukci interference (vedené emise, vyzařované emise, vedená susceptibilita a vyzařovaná susceptibilita) tak, že celý systém splňuje všechny použitelné požadavky pro tuto kategorii. Shoda se musí ověřit zkouškami, které obsahují jednotlivé požadavky. Pokud se zařízení nebo podsystém instaluje na více než jednu platformu, musí splňovat nejnáročnější použitelné požadavky a meze.

7.5.6 Kategorie 502 – Zkoušky zařízení výstroje a přenosných zařízení

Kategorie obsahuje zkušební postupy pro přenosná zařízení a zařízení, která jsou součástí výstroje vojáka a mohou se zkoušet ve stíněné komoře. Zkušební postupy vyžadují zkušební figurínu pro simulaci umístění zařízení na výstroji nebo dřevěný stůl pro umístění přenosného zařízení.

Výstroj a přenosná zařízení musí splňovat požadavky na redukci interference (vedené emise, vyzařované emise, vedená susceptibilita a vyzařovaná susceptibilita) tak, že celý systém splňuje všechny použitelné požadavky tohoto standardu. Shoda se musí ověřit zkouškami, které obsahují jednotlivé požadavky. Pokud se výstroj nebo přenosné zařízení používá na více než jedné platformě, musí splňovat nejnáročnější použitelné požadavky a meze.

7.5.7 Kategorie 503 – Zkušební postupy pozemních pomocných zařízení

Cílem kategorie je zajistit mezinárodní spolupráci a uspořádání řídicích podpůrných zařízení z hlediska elektromagnetické interference pro všechny tři armádní složky (letectvo, pozemní a námořní síly) stanovením minimálního počtu zkoušek při ověřování elektromagnetické kompatibility (EMC).

Pomocná zařízení musí splňovat požadavky na redukci interference (vedené emise, vyzařované emise, vedená susceptibilita a vyzařovaná susceptibilita) tak, že celý systém splňuje všechny použitelné požadavky pro tuto kategorii. Shoda se musí ověřit zkouškami, které obsahují jednotlivé požadavky.

7.5.8 Kategorie 504 – Úvod ke zkouškám platform a systémů

Tato kategorie popisuje obecné E3 požadavky a zkušební a ověřovací programy podrobně popisované v kategoriích 505 (Letectvo), 506 (Námořnictvo) a 507 (Pozemní síly). Kategorie je vhodná pro nové nebo modifikované kompletní systémy.

Vojenské platformy a jejich systémy a zařízení musí být elektromagneticky kompatibilní v jejich předpokládaném EME pro zajištění jejich bezpečné a spolehlivé funkce.

7.5.9 Kategorie 505 – Zkoušky leteckých platform a systémů

Kategorie definuje požadavky pro zkoušky leteckých platform a systémů a ověřování jejich odolnosti (na základě RTCA/DO-160 [6]).

Veškeré letecké platformy musí být podrobeny ověření elektromagnetické odolnosti pro demonstraci, že instalované systémy a zařízení včetně externích zásobníků a munice budou v předpokládaném EME pracovat bezpečně a spolehlivě.

7.5.10 Kategorie 506 – Zkoušky námořních platform a systémů

Kategorie poskytuje návod, specifické požadavky a podrobné postupy pro zkoušky vedených emisí námořních platform a systémů.

Veškeré námořní systémy a zařízení musí být elektromagneticky kompatibilní v předpokládaném EME tak, aby se dosáhlo požadovaných funkčních vlastností. Shoda se musí ověřit zkouškami na úrovni systému, analýzou nebo jejich kombinací. V případě lodí se musí ověřovat EMC vnitřních a vnějších systémů, trup, který může generovat intermodulační interferenci a elektrické spojování.

7.5.11 Kategorie 507 – Zkoušky pozemních platform a systémů

Kategorie poskytuje návod pro návrhy a výstavbu taktických pozemních platform a systémů tak, aby tyto splňovaly funkční požadavky při zkouškách E3 a vojenských zkouškách. Veškeré pozemní platformy musí být předmětem ověření elektromagnetické odolnosti pro demonstraci, že instalované systémy a zařízení, včetně používané munice budou v předpokládaném EME pracovat bezpečně a spolehlivě.

7.5.12 Kategorie 508 – Zkoušky výbroje/munice

Tato kategorie obsahuje části, které zabezpečují zkoušky munice, obsahující elektricky rozněcovatelné zařízení (EID), v následujících prostředích:

Část 1 Elektromagnetická zranitelnost výbroje kompletních muničních systémů, které obsahují elektroniku.

Výzbroj a zbraňové systémy musí být v externím EME elektromagneticky kompatibilní. Bezpečný a spolehlivý provoz se musí demonstrovat zkouškami nebo analýzou.

Část 2 Elektrostatický výboj (ESD).

Podsystémy výbroje se nesmí spouštět nebo se stávat nefunkční vlivem elektrického výboje 25 kV způsobeným při manipulací obsluhou. Shoda se musí ověřit zkouškou, při které se výboj kondenzátoru 500 pF přivede přes rezistor 500 Ω s induktancí, která nepřekračuje 5 μ H, do zbraňového podsystému (např. elektrického rozhraní, krytů a manipulačních prvků).

Část 3 Nebezpečné elektromagnetické vyzařované emise z hlediska výzbroje (HERO).

Elektricky rozněcovatelný prostředek ve zbrani se nesmí roznítit během jeho vystavení externímu EME nebo nesmí dojít k jeho poškození vlivem přímého nebo indukovaného RF pole nebo nezamýšlené aktivaci elektricky napájeného zapalovacího obvodu. Shoda se musí ověřit zkouškou a analýzou.

Část 4 Blesk

System musí plnit funkční požadavky v případě přímého i nepřímého úderu blesku. Výzbroj musí plnit funkční požadavky v případě blízkého úderu a při skladování i v případě přímého úderu blesku. Výzbroj musí zůstat bezpečná v průběhu i po skončení přímého úderu blesku. Shoda se musí ověřovat na úrovni systému, podsystému, zařízení a součástí (jako jsou strukturální položky a radomy) zkouškami, analýzami nebo jejich kombinacemi.

Část 5 Jaderný elektromagnetický impulz (NEMP)

System musí plnit funkční požadavky po jeho vystavení prostředí EMP. Tento požadavek je použitelný pouze v případě obstarávání. Shoda se musí ověřit na úrovni systému, podsystému a zařízení, zkouškami, analýzami nebo jejich kombinacemi.

7.5.13 Kategorie 509 – Kosmický prostor

Kategorie je rezervována pro požadavky uplatňované pro kosmický prostor (přepravní prostředky a kosmické stanice) v budoucnu.

7.5.14 Kategorie 510 – Různé zkoušky

V současnosti obsahuje tato kategorie části, které zajišťují zkušební postupy pro ověřování stínicí účinnosti krytů.

ČOS 051627
5. vydání
Změna 1
Kategorie 500

(VOLNÁ STRANA)

PŘÍLOHY

Příloha A

PŘÍLOHA A

RIZIKA SCHVALOVÁNÍ NÁKUPU COTS/MOTS

Je zřejmé, že pracovníci akvizičního orgánu musí spolu s pracovníky zkušebny určit shodu elektromagnetické kompatibility platformy nebo vojenského zařízení před tím, než proběhne vyhodnocení rizik. Je to z toho důvodu, že tito pracovníci nesou riziko a odpovídají za navýšení ceny v průběhu celého projektu. Pro zařízení, platformy nebo budovy důležité z hlediska bezpečnosti (jako jsou např. letecké, protiponorkové nebo protipožární detekční systémy) se musí tento souhlas přednostně schválit a předložit z bezpečnostních důvodů v případě každého zmírnění požadavků.

Metoda hodnocení rizik je popsána v řadě blokových diagramů a tabulek. Hlavní blokový diagram je na obrázku 500-1. Každý z hlavních bloků procesu je vysvětlen v samostatném blokovém diagramu uvedeném na obrázcích 500-2 až 500-5. Popis hlavních procesů a posouzení je uveden v následujících článcích.

A.1 Definování prostředí (obrázek 500-2)

Aby bylo možno vyhodnotit EMC parametry COTS/MOTS, je nutné definovat elektromagnetické prostředí (EME), ve kterém bude zařízení pracovat. Pokud se EME odvozuje pro nové použití, pak je nutno použít [2]. Pro existující platformy může být EME již definováno, nebo ho může reprezentovat složka sil a meze jsou pak uvedeny v kategoriích 501, 502 a 503.

A.2 Vyhodnocení EMC specifikace a evidence shody (obrázek 500-3)

Tento proces nebo analýza nedostatků identifikuje nesplnění EMC požadavků COTS/MOTS zařízení. Aby se splnily EMC požadavky této normy, musí být zkoušky a mezní hodnoty použité pro COTS/MOTS zařízení identické a srovnatelné s odpovídajícími zkouškami uvedenými v článcích kategorie 501 a 502. Podrobné srovnání zkušebních metod je komplexní a tabulka 500-1 poskytuje přehled odpovídajících faktorů, které se musí uvažovat. Dříve identifikované nedostatky a chybějící zkoušky se mohou vyhodnotit jako malé, střední nebo vysoké riziko, v závislosti na velikosti odchylky.

A.2 Odhad rizika v závislosti na kritické funkci (obrázek 500-4)

Rizika odhalená v předchozích procesech se musí srovnat s důležitostí COTS/MOTS zařízení a důležitostí prostředí nebo platformy, ve kterých bude COTS/MOTS zařízení pracovat. Nulové až malé riziko je možno akceptovat. V případě vysokého rizika není možno akceptovat žádné zmírnění požadavků.

A.3 Snižování rizika provedením a/nebo novými zkouškami (obrázek 500-5)

Tento postup má dvě volby:

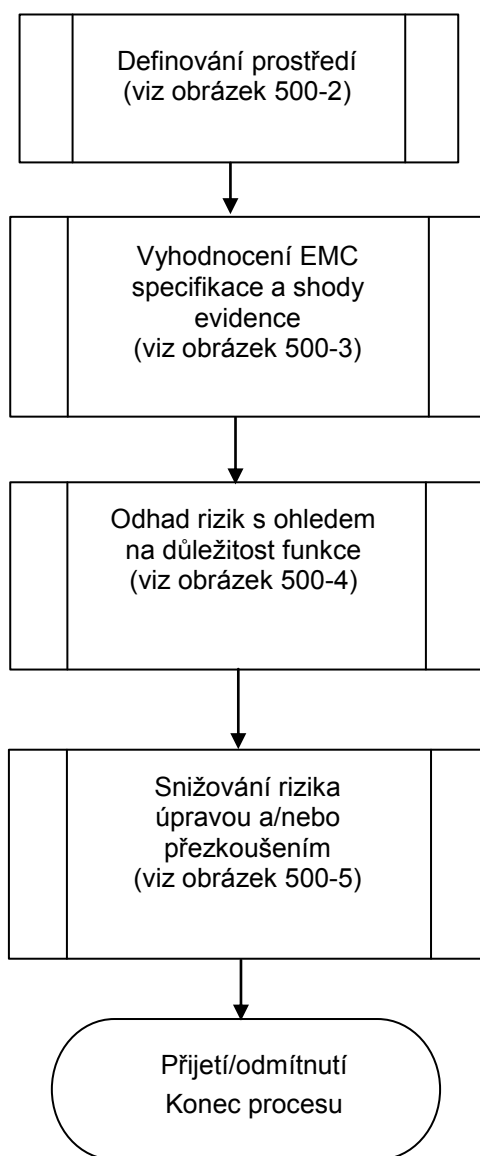
- a) Zkouška zařízení COTS/MOTS pro určení shody s požadavky této normy. Zkušební požadavky jsou uvedeny v článcích Kategoríí 501 a 502, požadavky pro odpovídající platformy jsou uvedeny v Kategoríích 505, 506 a 507. Toto je technicky dobré řešení, jak správně specifikovat požadavky na ochranu a vyvarovat se zbytečnému předimenzování ochrany. I když nevýhodou tohoto řešení je cenová náročnost požadovaných zkoušek.

Příloha A

b) Speciální provedení se může dosáhnout přidáním vhodných ochranných „bariér“ pro zmírnění „nejhoršího případu“ vazby RF pole nebo proudu, kterým může být zařízení vystaveno, nebo může samo emitovat, pro snížení úrovní, které se původně požadovaly. Koncepce bariér je popsána v návodech pro správný návrh zařízení z hlediska EMC (včetně AEP-41 [7] a Def Stan 59-411 [8] část 5). V případě, kdy se zařízení COTS/MOTS upravuje prostřednictvím bariér, se musí výsledný produkt ověřit z hlediska EMC požadavků.

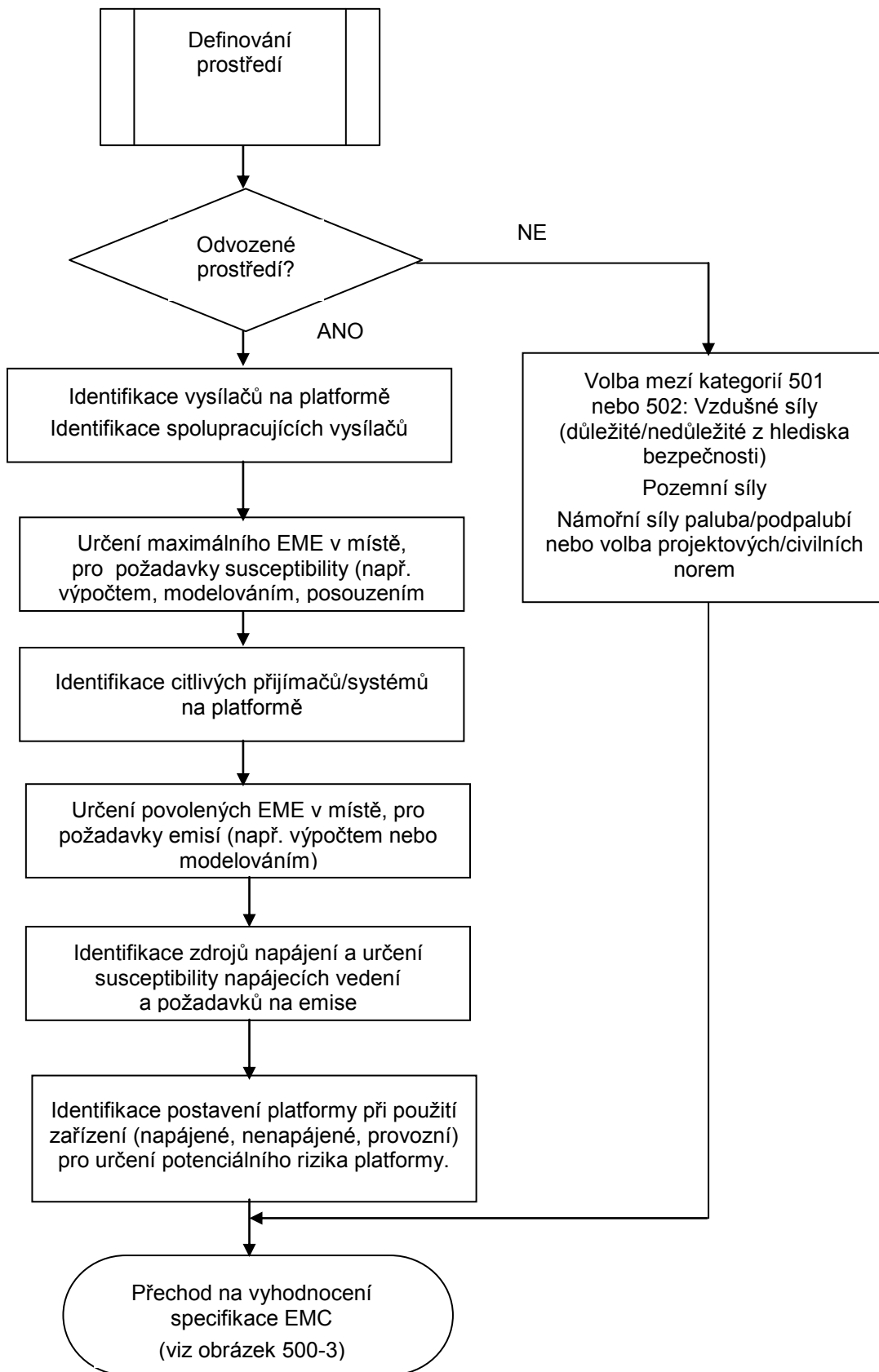
Tyto procesy jsou pouze nastíněné. Aby byly účinné, je nutné zajistit, aby definování prostředí, posouzení, vyhodnocení rizik a zmírnění požadavků prováděla osoba s odpovídajícím EMC oprávněním a zkušenostmi.

Každý z následujících procesů je podrobně rozebrán v dalších blokových diagramech:



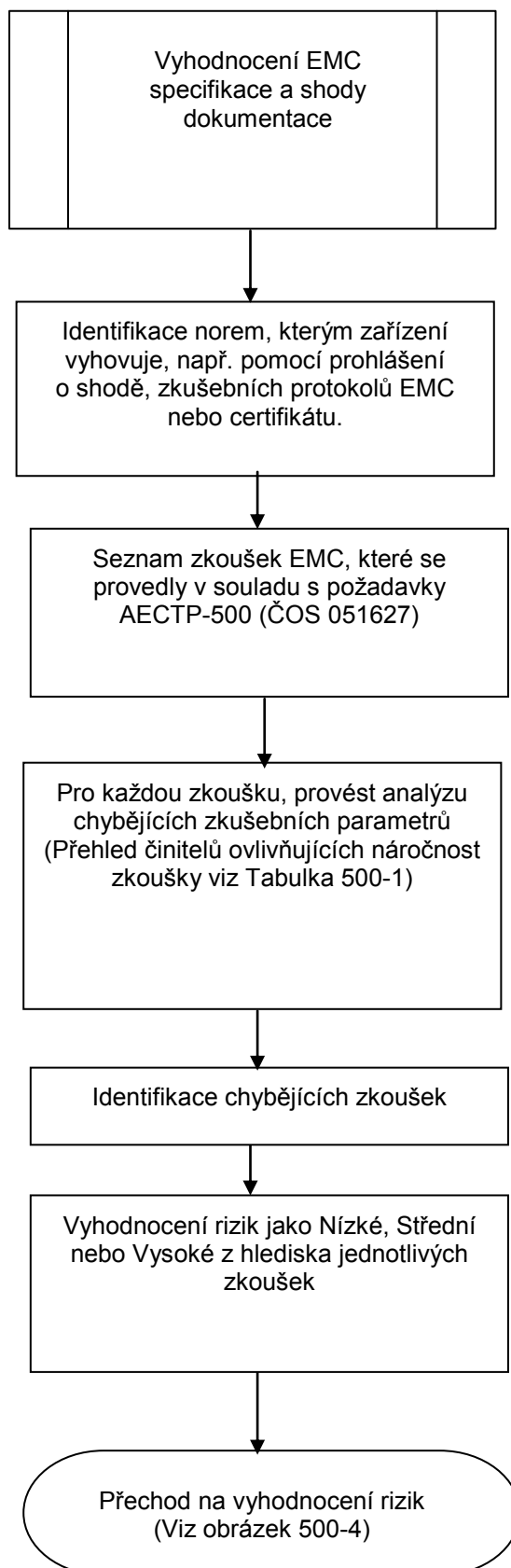
OBRÁZEK 500-1 – Hlavní blokový diagram vyhodnocení rizik nákupu COTS/MOTS

Příloha A



OBRÁZEK 500-2 – Vývojový diagram definování prostředí

Příloha A



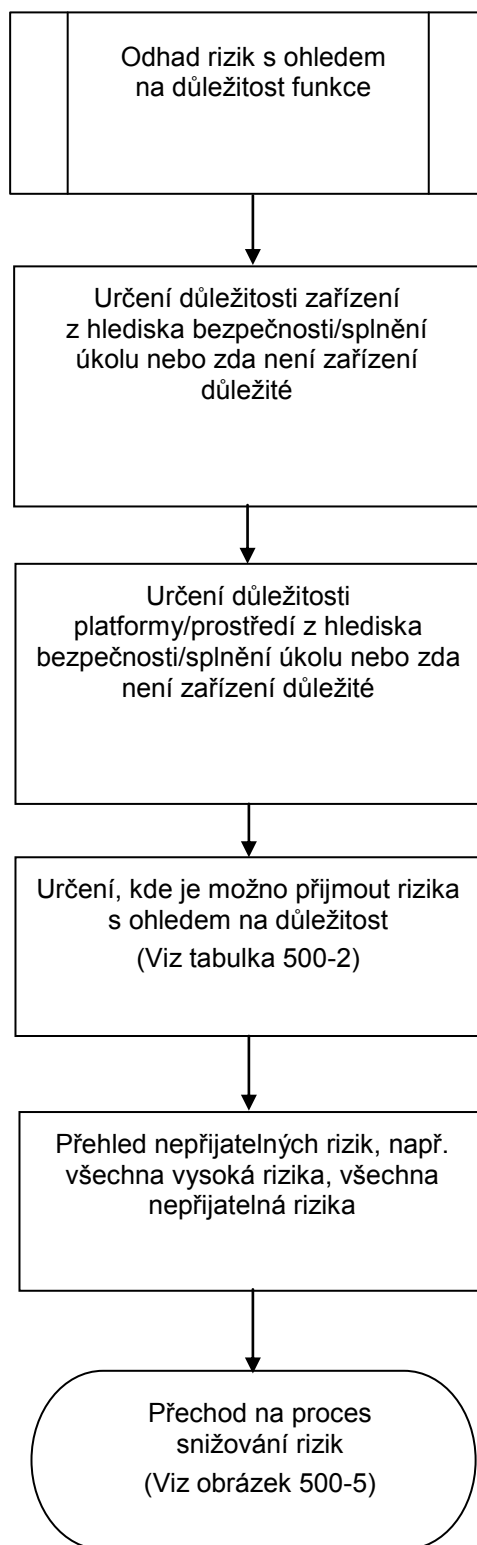
OBRÁZEK 500-3 – Vývojový diagram procesu vyhodnocení specifikace EMC

Příloha A

TABULKA 500-1 – Přehled činitelů ovlivňujících náročnost zkoušky

Typ zkoušky	EMC analýza činitelů ovlivňujících náročnost zkoušky
Vedené emise	Přehled zkoušených vedení (napájecí a/nebo signálové, řídicí) Kmitočtový rozsah Detektor (střední, vrcholový, kvazivrcholový) Měřicí zařízení (LISN, proudová sonda, AMN, ISN) Měřicí vzdálenost na kabelu od EUT Jednotky mezí (proud, napětí) Impedance obvodu pro převod mezi proudem a napětím Mezní úrovně
Vyzařované emise	Kmitočtový rozsah Vzdálenost zkušební antény Extrapolační metoda Detektor (střední, vrcholový, kvazivrcholový) Zkušební sestava (zemní plocha, výška EUT, spojování) Jednotky mezí (proud, napětí) Mezní úrovně
Susceptibilita na vedené emise	Přehled zkoušených vedení (napájecí a/nebo signálové, řídicí) Kmitočtový rozsah Modulace Vazební zařízení (proudová sonda, vazební síť, injektaž do stínění) Vzdálenost vazebního zařízení na kabelu od EUT Jednotky mezí (proud, napětí) Impedance obvodu pro převod mezi napětím a proudem Kalibrační postup (CW, vrcholová obálka, monitorování přerušeno obvodu, monitorování v obvodu) Mezní úrovně
Susceptibilita na vyzařované emise	Kmitočtový rozsah Modulace Zkušební sestava (zemní plocha, výška EUT, spojování) Jednotky mezí (proud, napětí) Kalibrační postup (CW, vrcholová obálka, kalibrovaný prostor, monitorování pole) Mezní úrovně
Susceptibilita na přechodové jevy	Přehled zkoušených vedení (napájecí a/nebo signálové, řídicí) Vrcholové (absolutní) napětí/proud (impedance) Vrcholová hodnota rychlosti náběhu (absolutní) Vrcholový impuls (absolutní) – impulzní ekvivalent maxima energie při jedné polaritě Obdélníkový impuls – impulzní ekvivalent celkové energie Akční integrál – celková energie Doba vrcholové hodnoty Kmitočtové spektrum Kalibrační postup (kalibrovaná úroveň, monitorování v obvodu) Symetrický nebo nesymetrický vazební režim Opakovací kmitočet

Příloha A



OBRÁZEK 500-4 – Vývojový diagram odhadu rizik s ohledem na důležité funkce

Příloha A

Pro určení stupně rizika, které může z předchozích hodnotících postupů nabývat hodnot Nízké (Low), Střední (Medium) a Vysoké (High), je nutné stanovit přijatelnost těchto rizik. V tomto případě může poskytnout návod tabulka 500-2, která umožňuje určit přijatelnost rizik s ohledem na důležitost posuzovaného zařízení a důležitost platformy nebo prostředí, ve kterém bude umístěno. Pro určení důležitosti poskytuje tabulka 500-2 křížové odkazy přijatelných rizik. Rizika se uvádí zvlášť pro emise a zvlášť pro susceptibilitu.

Koncept hodnocení rizik se používá v případě, že platforma nebo prostředí je důležité z hlediska bezpečnosti / provedení úkolu a pak emise vyzařované z hodnoceného zařízení mohou představovat hrozbu pro platformu nebo prostředí a musí se tedy upravit tak, aby představovaly Nulové nebo Nízké riziko.

Pokud je posuzované zařízení důležité z hlediska bezpečnosti / splnění úkolu, musí se susceptibilita upravit na Nulové až Nízké riziko.

V případě platformy nebo prostředí, které není z hlediska bezpečnosti / splnění úkolu důležité, je možno pro emise přijmout Nízké nebo Střední riziko.

V případě platformy nebo prostředí, které není z hlediska bezpečnosti / splnění úkolu důležité je možno pro susceptibilitu zařízení přijmout Nízké nebo Střední riziko.

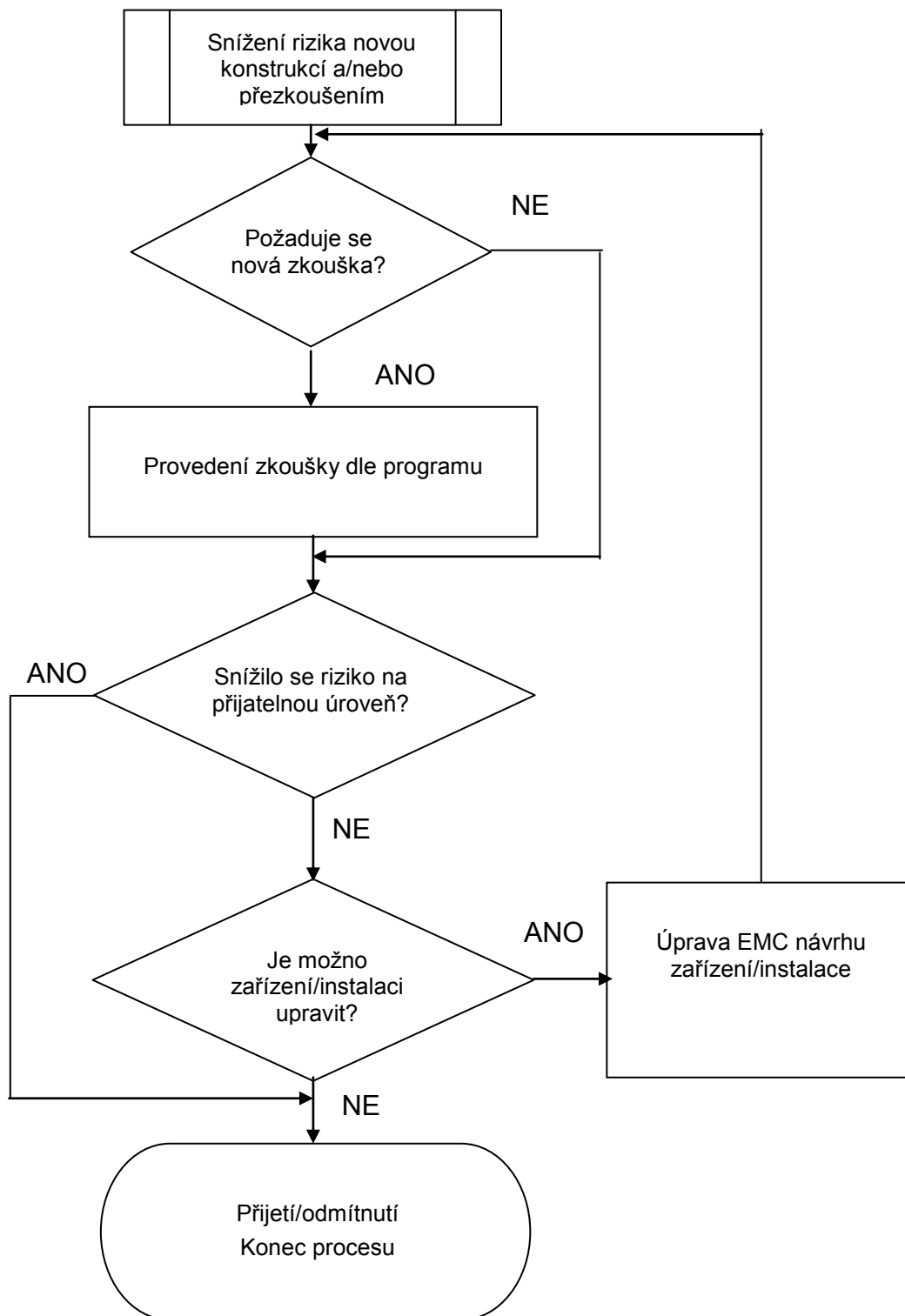
V žádném případě není přijatelné Vysoké riziko.

Při posuzování přijatelnosti rizik se musí nepřijatelné rizika snížit tak, jak je uvedeno na obrázku 500-5. Obsahuje nepřijatelná Střední a/nebo Vysoká rizika.

TABULKA 500-2 – Návod pro minimální přijatelná rizika jako výsledek EMC analýzy

		Důležitost prostředí/platformy	
		Důležité z hlediska bezpečnosti / splnění úkolu	Malá důležitost
Důležitost zařízení	Důležité z hlediska bezpečnosti / splnění úkolu	Emise = Nízké Susceptibilita = Nízké	Emise = Nízké až Střední Susceptibilita = Nízké
	Malá důležitost	Emise = Nízké Susceptibilita = Nízké až Střední	Emise = Nízké až Střední Susceptibilita = Nízké
POZNÁMKA Vysoké riziko je nepřijatelné pro jakoukoliv kombinaci bez jeho snížení.			

Příloha A



OBRÁZEK 500-5 – Vývojový diagram snížení rizika novou konstrukcí nebo přezkoušením

Příloha B

PŘÍLOHA B

PROGRAM POŽADAVKŮ A ZKOUŠEK E3

Kategorie 501 až 503 obsahují generické zkušební postupy, které je možno použít pro libovolný materiál na úrovni zařízení/podsystém. Zkušební postupy, které se budou používat pro specifické zkušební plány, se musí zvolit na základě použití a očekávaných okolních podmínek během životního cyklu materiálu. Výběr zkušebních postupů z Kategorie 501 (konkrétně z článku 8.5.2 a tabulek použití 501-6 a 501-7) a 502 (článek 9.4.5 a tabulky použití 502-1 a 502-2) závisí na národním orgánu, který provádí nákup materiálu.

B.1 Cíle zkušebního plánu

Zkušební plán musí zajistit, že zkoušený materiál:

- a) Nebude při očekávaném provozu produkovat takové emise, které mohou ovlivnit nebo poškodit jiný materiál.
- b) Nebude při očekávaném provozu produkovat takové emise, které mohou ovlivňovat nebo poškodit vlastní součástky nebo vybavení.
- c) Nebude ovlivněn nebo poškozen vnějším prostředím, které vytváří jiný materiál, lidská činnost nebo přírodní zdroje.
- d) Nebude svou činností, při které během svého životního cyklu může produkovat elektrické výboje nebo elektromagnetické vyzařování, ohrožovat osoby, nebo nebude negativně ovlivňovat vnější prostředí.

B.2 Řízení a plánování zkušebních postupů

B.2.1 Specifikace EMC

Řídicí zkoušek odpovídá za to, že jako základ pro vytvoření specifikace EMC pro zkoušený materiál se použijí dokumenty, které obsahují zkušební požadavky. Dokument se zkušebními požadavky musí obsahovat charakteristiky prostředí, návrh opatření pro ochranu platforem, systémů, zařízení a podsystémů a hodnotící kritéria. Pro složitý materiál musí regulační plán EMC (EMCCP) obsahovat matici odpovědnosti pro zajištění, že požadavky EMC jsou vytvořeny tak, aby zkušební plán zabezpečil efektivnost nákladů pro ověření shody a stanovil postup jejího důkladného přezkoušení.

B.2.2 Program zkoušek a zkušební plány

Zkušební plán EMC se musí vytvořit tak, aby zahrnoval všechny odpovídající součásti a podsystémy materiálu. Plán musí být tak podrobný, aby bylo při opakování zkoušek dosaženo stejných výsledků. Zkušební program musí zahrnovat zkoušky pro vývoj a převzetí včetně zkoušek systému. Zkušební program/plán musí definovat:

- a) Strukturu managementu EMI/EMC dodavatelů (pokud je to vhodné).
- b) Zřízení, podsystém, systém nebo platformu, která je předmětem zkoušky a předpokládaný harmonogram zkoušek.
- c) Povahu nebo účel každé zkoušky.

Příloha B

- d) Provozní režim(y) každého zkoušeného zařízení.
- e) Druh modulace, používané při zkouškách susceptibilit.
- f) Funkční zkoušky a ověření prováděné před, během a po každé zkušební proceduře EMC.
- g) Použité zkušební místo včetně pomocných zařízení a vybavení.
- h) Způsob záznamu údajů, uspořádání při zkoušce, dokumentaci, analýzu a formu protokolu.

Pro každý postup se musí vytvořit individuální zkušební EMI/EMC plán.

B.3 Uvažované prostředí

Nejlepším přiblížením ke skutečnosti při zkouškách materiálu v simulovaném elektrickém/elektromagnetickém prostředí se jeví, vystavit zkoušenou položku podmínkám, ve kterých se bude provozovat v jednotlivých státech a silách NATO ve funkčním uspořádání a provozním stavu (např. použitím přístupů uvedených v kategoriích 505, 506 nebo 507). Provozní prostředí NATO se definuje v dokumentu AECTP-250 [2]. Některá pozemní zařízení se musí zkoušet metodou přibližování. Vystavit skutečným podmínkám leteckou a námořní techniku je mnohem obtížnější; proto se většinou používá vybavení pro pozemní techniku. Zavěšení nebo umístění zkoušeného předmětu ve volném prostoru může simulovat let nebo lodní palubu nebo se používá vodivá zemní plocha, která představuje zkušební místo. Mnohem obtížnější zkoušky se provádí na takových typech zařízení, která tvoří část velkého propojeného systému, jsou nainstalována na budovách nebo tvoří velké mobilní objekty. Zkoušky v přírodních podmínkách (otevřené měřicí místo – OATS) nejsou pro všechny druhy zařízení vhodné. Důvodem může být vysoké elektromagnetické pozadí v místě měření, způsobené okolními zdroji. Pokud je možné zkoušený materiál rozdělit na menší části nebo podsystémy, je vhodné použít takové měřicí místo, které je před okolními vlivy chráněno.

B.3.1 Harmonogram zkoušek

EMC zkoušky podsystémů (kategorie 501, 502 nebo 503) je nutno provést před jejich umístěním do systému (kategorie 505, 506, 507 nebo 508). Zkoušky sestaveného zařízení nemohou zjistit nedostatky jednotlivých podsystémů.

B.4 Elektromagnetické parametry / požadované úrovně

B.4.1 Uvažované parametry

Při určování zkušebních parametrů/požadavků se musí uvažovat:

- a) Očekávané vnější prostředí v průběhu celého životního cyklu a zda se mění působením jiného materiálu, na kterém nebo ve kterém je materiál umístěn.
- b) Indukované prostředí, kdy vnější prostředí nebo prostor umístění ovlivňuje činnost jiných zařízení.
- c) Vnitřní prostředí, které se vytváří vlastní činností.

Příloha B

B.4.2 Výběr parametrů/požadavků

Parametry/požadavky se musí vybírat podle důležitosti funkce zařízení (viz obrázek 500-4), životnosti, spolupráce s jiným zařízením a odvozeným elektromagnetickým prostředím. Metodika výběru musí být obsažena buď v EMC specifikaci nebo zkušebním programu/plánu. Výběr parametrů se musí provádět především na základě přímého měření prostředí, ve kterém se bude materiál používat ve všech fázích životního cyklu. Alternativně se mohou použít odvozené úrovně, které je možno získat buď odhadem, nebo z výsledků získaných během měření prováděných na stejném typu materiálu.

B.5 Společné požadavky

B.5.1 Společný nákup

Zařízení nebo podsystémy nakupované jedním uživatelem pro použití více uživateli, musí být ve shodě s požadavky všech uživatelů.

***Diskuse:** Pokud vládní orgán obstarává vybavení, které se bude používat ve více než jedné armádní nebo národní složce, musí převzít odpovědnost za to, že zařízení bude splňovat požadavky všech uživatelských armádních složek. Různé armádní složky mohou mít různé požadavky. To co vyhovuje jedné složce, může naopak vadit jinému uživateli. Např. vysoké zkušební úrovně při ověřování susceptibility na vyzařované emise u elektro-optických snímačů mohou vyžadovat ochranné zastínění vstupní štěrbin, které snižuje jejich citlivost. Je důležité, aby tyto sporné body byly vyřešeny tak, aby se uspokojily požadavky všech uživatelů.*

B.6 Uspořádání zkoušeného zařízení

Uspořádání zkoušeného zařízení musí odpovídat skutečnému uspořádání v odpovídající fázi životního cyklu. Při uspořádání se musí minimálně uvažovat:

- a) Zařízení samo, které musí být v provozním nebo aktivním režimu.
- b) Zařízení umístěná v přepravních obalech nebo skříních, které jsou určeny jako elektromagnetické stínění proti okolnímu prostředí včetně zemnicích opatření.
- c) Zařízení ve zkušebním režimu, kdy je k němu připojeno jiné zařízení. Způsob zkušebního postupu musí zahrnovat ochranu zkušební obsluhy před potenciálním ohrožením. Zvláště nesmí dojít k neúmyslné iniciaci výbušného materiálu, která se může vyvolat elektrickým roznětem a dalšími elektrickými/mechanickými reakcemi při zkoušce.

B.7 Zkušební podmínky

B.7.1 Klimatické podmínky při zkoušce

Zkoušky na úrovni platforem, systémů, podsystémů nebo zařízení se obvykle provádějí s neřízenými klimatickými podmínkami nebo ve zkušebních zařízeních, kde je rozsah klimatických podmínek omezen. S klimatickými podmínkami musí počítat postup při provádění zkoušek elektrostatickým výbojem.

B.7.2 Elektrické/elektromagnetické zkušební podmínky

Zkušební podmínky jsou uvedeny u jednotlivých zkušebních postupů tohoto dokumentu.

B.7.3 Tolerance, údaje a záznam

Pokud není specifikováno jinak, musí zkušební a pomocná zařízení splnit předepsané zkušební parametry (vstupní i výstupní) s předepsanými tolerancemi. Údaje se musí zaznamenávat v průběhu zkoušek ručně nebo automaticky, včetně všech změn, odchylek nebo poškození zařízení. V případě měření emisí se musí automaticky zaznamenat průběh závislosti úrovně emisí na kmitočtu. V grafu se musí zaznamenat také povolené mezní hodnoty. Ručně získané údaje emisí nejsou povolené s výjimkou ověření grafu. Další informace o tolerancích měření jsou uvedeny v článku 8.6.6.1.

B.8 Požadované informace

Následující články uvádějí minimální rozsah podstatných informací o materiálu před a po zkoušce.

B.8.1 Informace před zkouškou

- a) Popis zkoušeného zařízení (typ, model, výrobní číslo, atd.).
- b) Uspořádání zkoušeného zařízení.
- c) Použitý zkušební postup.
- d) Předměty zkoušky a použitá kritéria.
- e) Použité zkušební zařízení (typ, model, výrobní číslo, datum kalibrace, atd.).
- f) Použité typy kabelů.
- g) Záznam nesprávného chování a opravné opatření.
- h) Výsledky kontroly před zkouškou.
- i) Datum zkoušky.
- j) Obsluha zkušebního zařízení.
- k) Zkušební organizace nebo laboratoř.

B.8.2 Informace po zkoušce

- a) Chování zkoušeného zařízení při zkouškách.
- b) Odchyly od plánovaných zkušebních postupů a jejich vliv na výsledek zkoušky.
- c) Záznam okolního zkušebního prostředí odlišného od předepsaného.
- d) Záznam nesprávného chování zkoušeného zařízení, jeho lokalizace v průběhu zkoušky a vyhodnocení příčin.
- e) Ohledání poškozených součástí.
- f) Použité zkušební zařízení (typ, model, výrobní číslo, datum kalibrace, atd.).
- g) Datum zkoušky.
- h) Obsluha zkušebního zařízení.

Příloha B

- i) Zkušební organizace nebo laboratoř.

B.8.3 Protokol o zkoušce

Všechny potřebné informace musí být uvedeny ve formě protokolu o zkoušce.

B.9 Chybová kritéria

B.9.1 Chyba

Chyba zařízení nastane za následujících podmínek:

- a) Odchylka od sledovaných výstupních parametrů při překročení požadovaných úrovní uvedených v EMC specifikaci materiálu nebo platformy, systému, podsystému nebo zařízení, které materiál tvoří.
- b) Výskyt přechodných stavů nebo poškození, vedoucích s vysokou pravděpodobností ke zhoršení bezpečnosti při používání zařízení.
- c) Výskyt přechodných stavů nebo poškození, vedoucích v některé fázi životního cyklu s vysokou pravděpodobností k omezení specifikované činnosti.

B.9.2 Kritéria susceptibility omezení funkce

Aby mohla zkušební obsluha určit prahovou hodnotu při ověřování susceptibility na vedené nebo vyzařované emise, musí se chybová kritéria stanovit ve zkušebním programu nebo odsouhlasit psanou formou před zkouškou na základě následujících provozních kritérií.

- a) **Provozní kritérium A:** Akviziční orgán musí ve zkušebním programu určit prahové úrovně nebo tolerance a použité zkušební modulace kritérií susceptibility.
- b) **Provozní kritérium B:** Měřitelná kritéria susceptibility se musí použít pro maximálně možné vizuální monitorování a sledování funkce EUT v reálném čase nebo po provedení zkoušky.
- c) **Provozní kritérium C:** Pro hodnocení se musí určit kritéria susceptibility pro každý provozní režim EUT. Každé zhoršení funkce se musí zaznamenat do zkušebního protokolu.
- d) **Provozní kritérium D:** V průběhu zkoušky je povoleno takové zhoršení funkce, které je možno odstranit ručním ovládním a po skončení zkoušky zařízení nevykazuje žádné nevratné poškození. Povolené zhoršení funkce se musí uvést ve zkušebním programu EMC. Výskyt každého takového zhoršení funkce se musí uvést ve zkušebním protokolu.

Jestliže se prahová úroveň mění při zvyšování nebo snižování zkušebního signálu, musí se zaznamenat obě prahové hodnoty (hystereze).

Pokud se pro monitorování zkoušeného zařízení používá pomocné zařízení např. osciloskop nebo digitální voltmetr, musí se vyloučit možnost, že se do výstupních vodičů EUT, které vedou do monitorovacích obvodů, indukují zkušební RF signály, aby se výstupní signál monitoroval bez zkreslení. Tam, kde je to možné, se musí použít optické kabely. Metoda pro správné monitorování výstupních signálů EUT se musí podrobně popsat ve zkušebním programu a protokolu.

Příloha B

Pro zajištění, že nedošlo k poškození filtrů nebo jiných součástí, které mohly mít vliv na výsledky zkoušky NCE01, se musí provést následná zkouška susceptibility na přechodové jevy. Po dokončení všech zkoušek susceptibility na přechodové jevy se musí provést minimálně zkouška NCE01.

B.9.3 Opakovaná zkouška

Opakovaná zkouška EUT/Platformy/Systému se provádí v případě, že:

- a) Zkoušené zařízení (EUT) bylo nutno opravit, nebo byla, jako důsledek předchozích poruch při zkoušce, navržena jeho jiná konstrukce. V případě, že to dovolují okolnosti, se povoluje zkoušet pouze ty části zkoušeného zařízení, které při zkoušce vykazovaly poruchy. Pokud má úprava nové konstrukce zkoušeného zařízení vliv na již provedené zkoušky, pak je nutno provést ověřovací zkoušky.
- b) Při zkoušce nebyl použit správný postup nebo nebylo zkoušené zařízení správně uspořádáno. Také v případě, že zkoušené zařízení pracovalo v jiném režimu, než bylo určeno nebo než bude pracovat při skutečné instalaci. V takovém případě se musí provést všechny požadované zkoušky při správném uspořádání a ve správném režimu.

B.9.4 Komentáře

Ke všem pozorovaným poruchám se musí ve zkušebním protokolu uvést komentář. Pokud je potřebné dodatečné hodnocení, musí se uvést v konečném EMC protokolu ze zkoušek zařízení.

8 KATEGORIE 501 – ZKOUŠKY ZAŘÍZENÍ A PODSYSTÉMŮ

8.1 Související dokumenty

V této kategorii se citují nebo uvažují následující dokumenty.

8.1.1 Normativní

- [1] AECTP-505 AIR PLATFORM AND SYSTEM VERIFICATION AND TESTING
Kategorie 505 Zkoušky vzdušných platforem a systémů
- [2] AECTP-506 SEA PLATFORMS AND SYSTEMS ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL EFFECTS TEST AND VERIFICATION
Kategorie 506 Zkoušky námořních platforem a systémů
- [3] AECTP-507 LAND PLATFORMS AND SYSTEM VERIFICATION AND TESTING
Kategorie 507 Zkoušky pozemních platforem a systémů
- [4] AECTP-508 ORDNANCE TEST AND VERIFICATION PROCEDURES
Kategorie 508 Posuzování a zkušební postupy ověřování zbrojního materiálu
- LEAFLET 1: GUIDANCE FOR TESTING THE ELECTROMAGNETIC VULNERABILITY OF ORDNANCE AND WEAPON SYSTEMS
Část 1 Elektromagnetická zranitelnost výzbroje kompletních muničních systémů, které obsahují elektroniku
- LEAFLET 2: ELECTROSTATIC DISCHARGE, MUNITIONS TEST PROCEDURES
Část 2 Elektrostatický výboj
- LEAFLET 3: HAZARD OF ELECTROMAGNETIC RADIATION TO ORDNANCE TEST PROCEDURE
Část 3 Elektromagnetické vyzařování
- LEAFLET 4: LIGHTING, MUNITION ASSESSMENT AND TEST PROCEDURES
Část 4 Atmosférický výboj
- LEAFLET 5: NUCLEAR ELECTROMAGNETIC PULSE TEST PROCEDURE FOR MUNITIONS CONTAINING ELECTRICALLY INITIATED DEVICES
Část 5 Jaderný elektromagnetický impulz
- [5] MIL-STD-469 RADAR ENGINEERING INTERFACE REQUIREMENTS, ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY
Požadavky elektromagnetické kompatibility při návrhu radiolokátorů
- [6] AECTP-250 ELECTRICAL AND ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Podmínky elektrického a elektromagnetického prostředí
LEAFLET 251: GENERAL

Část 251 Všeobecná část

LEAFLET 252: RADIOFREQUENCY AMBIENT
ENVIRONMENT

Část 252 Prostorové rádiových kmitočtů (RF)

LEAFLET 253: ELECTROSTATIC CHARGING, DISCHARGE
AND STATIC (P-STATIC)

Část 253 Elektrostatický náboj. Výboj a poruchy způsobené
atmosférickými srážkami (P-Static)

LEAFLET 254: ATMOSPHERIC ELECTRICITY AND
LIGHTNING

Část 254 Atmosférická elektřina a blesk

LEAFLET 255: DIRECT CURRENT MAGNETIC AND LOW
FREQUENCY (LF) FIELDS

Část 255 Stejnoseměrná (DC) a nízkofrekvenční (LF) magnetická
pole

LEAFLET 256: NUCLEAR ELECTROMAGNETIC PULSE
(NEMP/EMP)

Část 256 Jaderný elektromagnetický impulz (NEMP/EMP)

LEAFLET 257: HIGH POWER MICROWAVE (HPM)

Část 257 Výkonové mikrovlny (HPM)

LEAFLET 258: RF ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTS
(EMEs)

Část 258 RF elektromagnetické prostředí (EME)

LEAFLET 259: INTRA-SYSTEM EMEs - ELECTRICAL POWER
QUALITY

Část 259 Kvalita elektrického napájení a elektromagnetické
prostředí uvnitř systému

[7] RTCA/DO-160 ENVIRONMENTAL CONDITIONS AND TEST PROCEDURES
D:2004 FOR AIRBORNE EQUIPMENT

Podmínky prostředí a zkušební postupy pro palubní zařízení

[8] SAE ARP 1972 RECOMMENDED MEASUREMENT PRACTICES AND
PROCEDURES FOR EMC TESTING

Doporučené praktické postupy při měření EMC

[9] CISPR-16-1 SPECIFICATION FOR RADIO DISTURBANCE AND IMMUNITY
MEASURING APPARATUS AND METHODS

Specifikace přístrojů a metod pro měření vysokofrekvenčního
rušení a odolnosti

[10] ANSI/IEEE AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR METHODS OF
C63.4 MEASUREMENTS OF RADIO-NOISE EMISSIONS FROM
LOW-VOLTAGE ELECTRICAL AND ELECTRONIC

- EQUIPMENT IN THE RANGE OF 9 KHZ TO 40 GHZ
Americká národní norma pro metody měření vyzařování rádiového rušení z elektrických a elektronických zařízení napájených nízkým napětím v rozsahu 9 kHz až 40 GHz
- [11] NV 1/2008 SB Nařízení vlády ze dne 12. prosince 2007 o ochraně zdraví před neionizujícím zářením
- [12] ANSI/IEEE C63.2 STANDARD FOR INSTRUMENTATION, ELECTROMAGNETIC NOISE AND FIELD STRENGTH, 10 KHZ TO 40 GHZ, SPECIFICATIONS
Norma pro přístrojové vybavení, intenzita elektromagnetického rušení a pole, 10 kHz až 40 GHz, specifikace
- [13] ANSI/NCSL Z540-1 GENERAL REQUIREMENTS FOR CALIBRATION LABORATORIES AND MEASURING AND TEST EQUIPMENT
Všeobecné požadavky na kalibrační laboratoře a měřicí a zkušební zařízení
- [14] ČSN EN ISO 10012 Systémy managementu měření – Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení
- [15] SAE ARP 958 ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE MEASUREMENT ANTENNAS; STANDARD CALIBRATION METHODS
Antény pro měření elektromagnetického rušení; Standardní kalibrační požadavky a metody
- [16] MIL-STD-704 AIRCRAFT ELECTRIC POWER CHARACTERISTICS
Charakteristiky elektrických zdrojů letadel
- [17] ČSN EN 61000-4-2 ed 2 Elektromagnetická komptabilita (EMC) – Část 4-2: Zkušební a měřicí technika – Elektrostatický náboj – Zkouška odolnosti
- [18] AECTP-502 MAN WORN AND MAN PORTABLE EQUIPMENT TESTING
Kategorie 502 Zkoušky zařízení výstroje a přenosných zařízení
- [19] AECTP-503 GROUND SUPPORT EQUIPMENT TEST PROCEDURES
Kategorie 503 Zkušební postupy pozemních pomocných zařízení
- [20] TECHNICAL NOTE 1092 DESIGN, EVALUATION, AND USE OF A REVERBERATION CHAMBER FOR PERFORMING ELECTROMAGNETIC SUSCEPTIBILITY/VULNERABILITY MEASUREMENTS
Technická zpráva 1092. Návrh, vyhodnocování a použití odrazové komory při zkouškách elektromagnetické susceptibility/zranitelnosti
- [21] TECHNICAL NOTE 1508 EVALUATION OF THE NASA LANGLEY RESEARCH CENTER MODE-STIRRED CHAMBER FACILITY
Technická zpráva 1508; Vyhodnocování výsledků v laděné komoře Langleyova výzkumného centra NASA
- [22] ANSI/IEEE C63.14 AMERICAN NATIONAL STANDARD DICTIONARY OF ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC), INCLUDING ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL EFFECTS (E3)

Americký národní normativní slovník elektromagnetické kompatibility (EMC), zahrnující elektromagnetické účinky prostředí (E3)

[23] ASTM E 380 STANDARD FOR METRIC PRACTICE (DOD ADOPTED)
Norma pro používání metrických jednotek

[24] NV 291/2015 Sl Nařízení vlády o ochraně zdraví před neionizujícím zářením

8.1.2 Informativní dokumenty

- ADS-37A-PRF ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL EFFECTS (E3)
DESIGN AND VERIFICATION REQUIREMENTS
Návrh opatření a ověření požadavků vlivů elektromagnetického prostředí (E3)
- AFSC DH 1-4 AIR FORCE SYSTEMS COMMAND DESIGN HANDBOOK,
EMC
Příručka EMC pro systémy velení leteckých sil
- AMC PAMPHLET ENGINEERING DESIGN HANDBOOK, EMC
706-410 Příručka pro návrh opatření EMC
- ČSN EN 61000-4-21 ED. 2: 2011 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4–21: Zkušební a měřicí technika – Měřicí metody pro odrazové komory
- DEF STAND 59-411 ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY
Elektromagnetická kompatibilita
- MIL-HDBK-235/1B ELECTROMAGNETIC (RADIATED) ENVIRONMENT
CONSIDERATIONS FOR DESIGN AND PROCUREMENT
OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENT
Elektromagnetické (vyzařované) prostředí, uvažované při návrhu a nákupu elektrických a elektronických zařízení
- MIL-HDBK-237/D ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL EFFECTS
AND SPECTRUM SUPPORTABILITY GUIDANCE
FOR THE ACQUISITION PROCESS
Návod pro postup získávání vlivů elektromagnetického prostředí a přijatelného spektra
- MIL-HDBK-423 HIGH-ALTITUDE ELECTROMAGNETIC PULSE (HEMP)
PROTECTION FOR FIXED AND TRANSPORTABLE
GROUND-BASED C4I FACILITIES – VOLUME 1 – FIXED
FACILITIES
Ochrana pevných a přenosných pozemních C4I zařízení proti účinkům HEMP – Díl 1 – Pevná zařízení
- MIL-STD-188-125 HIGH-ALTITUDE ELECTROMAGNETICS PULSE (HEMP)
PROTECTION FOR GROUND-BASED C⁴I FACILITIES
PERFORMING CRITICAL, TIME-URGENT MISSIONS - PART
1 FIXED FACILITIES
Ochrana pozemních zařízení C⁴I, provádějících důležité, časově naléhavé úkoly proti účinkům HEMP, Část 1 - Pevné instalace

MIL STD-461 (ČOS 599902)	REQUIREMENTS FOR THE CONTROL OF ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE CHARACTERISTICS OF SUBSYSTEMS AND EQUIPMENT Požadavky na ověřování charakteristik elektromagnetického rušení podsystémů a zařízení
MIL-STD-464A	ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL EFFECTS REQUIREMENTS FOR SYSTEMS Požadavky na systémy z hlediska vlivů elektromagnetického prostředí

8.2 Zkratky

Zkratka	Název v originálu	Český název
AC	Alternating Current	střídavý proud
ASW	Anti-submarine Warfare	boj s ponorkami
BIT	Built-in-Test	samočinný vnitřní test
CFC	Carbon Fibre Compound	materiál z karbonových vláken
CLF	Core Laboratory Facility	parametry měřicího místa
CTL	Computed Transient Levels	vypočtené úrovně přechodového jevu
CW	Continuous Wave	netlumená vlna
ČTÚ	-	Český telekomunikační úřad
DC	Direct Current	stejnoseměrný proud
ECM	Electronic Countermeasures	elektronická protiopatření
EED	Electro Explosive Device	elektro-explozivní zařízení
ELF	Extra Low Frequency	zvláště nízký kmitočet
EMC	Electromagnetic Compatibility	elektromagnetická kompatibilita
EME	Electromagnetic Environment	elektromagnetické prostředí
EMI	Electromagnetic Interference	elektromagnetická interference
EMICP	Electromagnetic Interference Control Procedures	regulační plán elektromagnetické interference
EMITP	Electromagnetic Interference Test Procedures	zkušební plán elektromagnetické interference
EMITR	Electromagnetic Interference Test Report	protokol o zkoušce elektromagnetické interference
EMP	Electromagnetic Pulse	elektromagnetický impulz
ERP	Effective Radiated Power	efektivní vyzařovaný výkon
ESD	Electro Static Discharge	elektrostatický výboj
EUT	Equipment Under Test	zkoušené zařízení

FADEC	Fully Automated Digital Electronic Control	plně automatizované digitální elektronické ovládání
FFT	Fast Fourier Transformation	rychlá Fourierova transformace
GIE	Group Indirect Effects	skupina nepřímých vlivů
GPI	Ground Plane Interference	interference zemní plochou
GFE	Government Furnished Equipment	vládou požadované zařízení
LISN	Line Impedance Stabilization Network	impedanční stabilizační síť napájení
LED	Light Emitting Diode	dioda emitující světlo
MAD	Magnetic Anomaly Detection	detekce magnetických anomálií
NDI	Non-Developmental Item	nevyvíjená položka
NEMP	Nuclear Electro Magnetic Pulse	jaderný elektromagnetický impulz
NOE	Nap-of-the-earth	let, při kterém se kopíruje terén
OATS	Open Area Test Site	otevřené měřicí místo
RF	Radio Frequency	rádiový kmitočet
RFID	Radio Frequency Identification Device	zařízení pro rádiovou identifikaci
RMS	Root Mean Square	efektivní hodnota
TEM	Transverse Electromagnetic	příčná elektromagnetická vlna
TPD	Terminal Protection Device	svorkové ochranné zařízení
UPS	Uninterruptible Power Supplies	zdroj nepřerušitelného napájení
UHF-AM	Ultra High Frequency – Amplitude Modulation	kmitočet v pásmu decimetrových vln s amplitudovou modulací
UHF	Ultra High Frequency	kmitočet v pásmu decimetrových vln
VFR	Visual Flight Rules	pravidla pro let s vizuálním kontaktem
VHF-AM	Very High Frequency – Amplitude Modulation	Kmitočet v pásmu metrových vln s amplitudovou modulací
VLf/LF	Very Low Frequency / Low Frequency	velmi nízký / nízký kmitočet
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio	poměr stojatých napěťových vln
WLAN	Wireless Local Area Network	místní bezdrátová síť

8.3 Definice

Termíny použité v tomto dokumentu jsou definovány v ANSI C63.14. Pro účely ČOS 051627 dále platí následující definice.

důležité pro splnění úkolu (mission critical)

podmínky, události, provoz, postup nebo položka, které mohou při výskytu zamezit

splnění bojového úkolu, významně snížit provozní schopnost nebo významně zvýšit zranitelnost systému

důležité z hlediska bezpečnosti (safety critical)

charakteristika nebo funkce zařízení nebo systému, jehož chyba může způsobit zranění obsluhy a/nebo ztráty na materiálu

hranice zkoušky (test set-up boundary)

hranice zkoušky zahrnují všechny kryty zkoušeného zařízení a 2 metry propojovacích vodičů (s výjimkou vodičů, které jsou při skutečné instalaci kratší) a napájecích vodičů

na palubě (above deck)

prostor lodi, na který se nevztahuje definice „pod palubou“

nedůležité (no-critical)

rušení funkce zařízení nezpůsobí zhoršení celkové funkce vojenského materiálu

nevyvíjená položka (non-developmental item)

velmi používaný termín, který označuje materiál dostupný na trhu v široké nabídce s malými nebo žádnými změnami vyžadovanými vládními organizacemi

pod palubou (below deck)

prostor lodi, který je obklopen kovovou strukturou nebo prostor, který zabezpečuje významný útlum elektromagnetického vyzařování, jako je např. kovový trup nebo nástavba na povrchu lodě, vodotěsný trup ponorky a stíněné prostory lodí s nekovovým trupem.

vnější instalace (external installation)

umístění zařízení na platformě, která je vystavena elektromagnetickému prostředí, kde se nepoužívají ochranné vodivé prostředky na okna nebo pozorovací průzory, jako je např. kabina letadla

vnitřní instalace (internal installation)

umístění zařízení na platformě, která je celá uvnitř elektricky vodivé struktury, jako je např. typický hliníkový trup letadla.

zařízení pro zajištění letu (flight-line equipment)

jakékoliv pomocné zařízení, které se u letadla používá během činností prováděných před letem nebo po letu, jako je zavádění nebo vyčítání údajů, diagnostické funkce nebo funkční zkoušky zařízení.

8.4 Cíl

8.4.1 Účel

Cílem této kategorie je nabídnout požadavky pro vytvoření zkušebního programu pro veškerý materiál, který se dá charakterizovat jako elektronické, elektrické a elektromechanické zařízení, u kterého se budou provádět zkoušky na úrovni zařízení a podsystémů.

Kategorie 501 až 503 obsahují generické zkušební postupy, které se mohou použít pro jakýkoliv vojenský materiál na úrovni zařízení/podsystém. Zkušební postupy, které se budou používat ve zkušebním programu, se musí zvolit na základě provozního použití a očekávaném prostředí během životního cyklu materiálu. Výběr zkušebních postupů uvedených v článku 8.5.2 a tabulkách použitelnosti 501-1 a 501-2 nebo v případě kategorie 502 (článek 9.5.2 a tabulky použitelnosti 502-1 a 502-2) bude záviset na národnosti orgánu pro nákup a obstarávání materiálu.

Zkušební kategorie a požadavky jsou uvedeny v kategorii 500, článek 7.5.

8.5 Použitelnost a požadavky

8.5.1 Úvod

Odstavec specifikuje podrobnosti požadavků použitelnosti zkoušek, Tabulka 501-1 představuje seznam specifických požadavků pro účely tohoto standardu označených identifikačním číslem a označením a také zdrojem. Specifické zkušební postupy je nutno uvést v EMITP, jak je podrobně uvedeno v článku 8.6.7. Veškeré výsledky zkoušek provedených pro ověření shody s požadavky se musí uvést v EMITR a poskytnout příslušnému orgánu pro vyhodnocení způsobilosti zařízení nebo podsystému. Veškeré úpravy, které mají za účel regulovat EMI se musí popsat v EMICP. Samotné schválení opatření popsaných v EMICP nepostačuje dodavateli pro shodu s požadavky na emise a susceptibilitu.

Diskuse: *Použitelnost jednotlivých požadavků uvedených v tabulce 501-1 pro jednotlivá zařízení a podsystémy závisí na platformě, kde se budou používat. Elektromagnetické prostředí platformy spolu s potenciálními chybovými režimy součástek elektronických zařízení hrají hlavní roli při výběru požadavků. Např. požadavky na emise jsou důležité pro ochranu přijímačů umístěných na platformě. Požadavky na emise tedy vyžadují informace o rozsahu provozních kmitočtů a citlivosti vstupů jednotlivých přijímačů na platformě.*

EMICP, EMITP a EMITR jsou důležité dokumenty při návrhu, pro dosažení požadavků této kategorie standardu, výběru obecných zkušebních postupů v tomto standardu a vytvoření protokolu ze zkoušek. EMICP je určen pro zajištění, že dodavatelé analyzovali návrh zařízení z hlediska EMI a návrh obsahuje nutná opatření pro zajištění shody s požadavky. Odsouhlasení dokumentu neznamená, že v dokumentu jsou uvedena všechna nutná opatření. Znamená to jen, že návrh se snaží zaměřit pozornost i na oblast EMC.

Meze susceptibility jsou vyšší, než rozsah hodnot, pro které se vyžaduje shoda. EUT musí také vykazovat požadované funkce při libovolných důrazných úrovních, nižších než meze. Jestliže je např. mez pro susceptibilitu na vyzařované elektrické pole 19 V/m musí EUT spolehlivě pracovat i při úrovni vyzařovaného elektrického pole 5 V/m nebo, při jakékoliv jiné úrovni pole, která je menší nebo rovna 10 V/m. V minulosti se zaznamenaly případy, kdy zařízení (např. zařízení s automatickým řízením zisku) nebylo susceptibilní na vyzařované elektrické pole na daných kmitočtech při mezních úrovních, ale bylo susceptibilní na prostředí se stejným kmitočtem, ale úrovní pole nižší než mezi hodnoty.

8.5.2 Požadavky regulace EMI v porovnání se zamýšlenou instalací

Tabulka 501-2 ukazuje použitelnost jednotlivých zkušebních postupů pro jednotlivá prostředí předpokládaná pro pozemní, námořní a vzdušné síly a je třeba je používat ve spojení s mnohem podrobnějšími pokyny uvedenými u jednotlivých zkušebních metod v článku 8.6.5. Dále je třeba při použití jednotlivých zkoušek zohlednit národní zvyklosti.

V případě, že se zařízení nebo podsystém může umístit na více než jeden typ platformy, musí se použít požadavky a meze pro nejnáročnější prostředí uvažovaných platform. Také v případě, že se jedná o nákup pro více národních uživatelů, je třeba zohlednit požadavky jednotlivých národních autorit.

Diskuse: Diskuse pro jednotlivé požadavky různých platform je uvedena v článku 8.6.5. Tyto diskuse vysvětlují, kde je možno jednotlivé zkoušky vyžadovat s ohledem na typ platformy/služby, nebo typu použitého systému snímačů.

TABULKA 501-1 – Požadavky na emise a susceptibilitu

Požadavek	Popis	Dokument
NCE01	Vedené emise, napájecí vodiče, 30 Hz až 10 kHz	MIL-STD-461
NCE02	Vedené emise, napájecí vodiče, 10 kHz až 10 MHz	MIL-STD-461
NCE03	Vedené emise, anténní konektor, 10 kHz až 40 GHz	MIL-STD-461
NCE04	Vedené emise, přechodové jevy na napájecích vodičích	Def-Stan-59-411
NCE05	Vedené emise, napájecí, řídicí a signálové vodiče 30 MHz až 150 MHz	Def-Stan-59-411
NCS01	Susceptibilita na vedené emise, napájecí vodiče 30 Hz až 150 kHz	MIL-STD-461
NCS02	Susceptibilita na vedené emise, řídicí a signálové vodiče 20 Hz až 50 kHz	Def-Stan-59-411
NCS03	Susceptibilita na vedené emise, anténní konektor, intermodulace 15 kHz až 10 GHz	MIL-STD-461
NCS04	Susceptibilita na vedené emise, anténní konektor, potlačení nežádoucích signálů, 30 Hz až 20 GHz	MIL-STD-461
NCS05	Susceptibilita na vedené emise, anténní vstup, modulace, 30 Hz až 20 GHz	MIL-STD-461
NCS06	Susceptibilita na vedené emise, proud strukturou, 60 Hz až 100 kHz	MIL-STD-461
NCS07	Susceptibilita na vedené emise, injekce do svazku, 10 kHz až 200 MHz	MIL-STD-461
NCS08	Susceptibilita na vedené emise, injekce do svazku, impulzní vybuzení	MIL-STD-461
NCS09	Susceptibilita na vedené emise, tlumená sinusovka, kabely a napájecí vodiče, 10 kHz až 100 MHz	MIL-STD-461
NCS10	Susceptibilita na vedené emise, importovaný blesk (letadla/zbraně)	Def-Stan 59-411
NCS11	Susceptibilita na vedené emise, importovaný nízký kmitočet na napájecí vodiče (lodě)	Def-Stan 59-411

NCS12	Susceptibilita na vedené emise, elektrostatický výboj	Def-Stan 59-411
NCS13	Susceptibilita na vedené emise, přechodové jevy, napájecí vodiče	MIL-STD-461
NRE01	Vyzařované emise, magnetické pole, 30 Hz až 100 kHz	MIL-STD-461
NRE02	Vyzařované emise, elektrické pole, 10 kHz až 18 GHz	MIL-STD-461
NRE03	Vyzařované emise, anténní výstup, rušivé a harmonické signály	MIL-STD-461
NRS01	Susceptibilita na vyzařované emise, magnetické pole, 30 Hz až 100 kHz	MIL-STD-461
NRS02	Susceptibilita na vyzařované emise, elektrické pole, 2 MHz až 40 GHz	MIL-STD-461 Def.Stan 59-411
NRS03	Susceptibilita na vyzařované emise, přechodové elektrické pole	MIL-STD-461
NRS04	Susceptibilita na vyzařované pole, magnetické pole (DC)	Def-Stan 59-411

TABULKA 501-2 – Matice požadavků

Platforma	NCE01	NCE02	NCE03	NCE04	NCE05	NCS01	NCS02	NCS03	NCS04	NCS05	NCS06	NCS07	NCS08	NCS09	NCS10*	NCS11*	NCS12	NCS13	NRE01	NRE02	NRE03	NRS01	NRS02	NRS03	NRS04
Pozemní	-	Y	P	Y	Y	Y	Y	P	P	P	-	Y	Y	Y	-	-	Y	-	Y	Y	P	Y	Y	P	-
Námořní	P	Y	P	Y	Y	Y	Y	P	P	P	-	Y	P	Y	-	Y	P	-	Y	Y	P	Y	Y	P	Y
Ponorky	Y	Y	P	Y	Y	Y	Y	P	P	P	P	Y	P	Y	-	Y	P	Y	Y	Y	P	Y	Y	P	Y
Vzdušné	Y	Y	P	Y	Y	Y	Y	P	P	P	-	Y	Y	Y	Y	-	Y	-	Y	Y	P	Y	Y	P	-
Kosmická/ odpalovací vozidla	-	Y	P	-	-	Y		P	P	P	-	Y	Y	Y	-	-	-	-	-	Y	P	-	Y	-	-

POZNÁMKY

Y = Zkouška se vyžaduje pro všechna zařízení na tomto typu platformy

P = Zkouška je použitelná částečně. Volba se musí provést na základě znalosti instalace a dalších zařízení v blízkém okolí a podle návodu uvedeného v článku 8.6.7. Tyto zkoušky může také specifikovat národní autorita.

* = Zkouška je použitelná pouze pro zařízení používané armádou Velké Británie.

- = Zkouška se nepoužívá pro zařízení umístěná na tomto typu platformy.

Pokud se provádí zkouška NCE05 není nutné provádět zkoušky NCE01 nebo NCE02.

Zkouška NRS04 se provádí pouze v případě, že zařízení/podsystém je nainstalována na platformě, která obsahuje odmagnetovací zařízení typu degaussing, nebo která může být předmětem odmagnetování typu deperming.

Významy:

Pozemní – znamená vojenské aplikace, které jsou určeny pro použití pozemními armádními složkami. Obsahuje všechna vojenská vozidla, včetně obrněných a nákladních, která se mohou používat přímo u systémů určených do bojové linie nebo v jejich blízkosti. Navíc sem spadají veškerá zařízení v pozemních objektech, která se používají v blízkosti nebo přímo spolupracují s citlivými přijímacími zařízeními nebo zbraňovými systémy. V případě, že se takové objekty nacházejí v komerční zástavbě nebo se pro vojenské použití využívají pouze omezeně, musí o provedení vojenských nebo komerčních zkoušek rozhodnout akviziční orgán.

Vzdušné - Letouny používané ostatními armádními složkami se musí ověřovat stejným způsobem. I když, jak se diskutuje v jednotlivých zkušebních postupech v článku 8.6.5, nemusí se některé zkoušky provádět, pokud se nepoužívají senzory určitých typů.

Námořní – Znamená použití na lodích/ponorkách včetně zařízení uložených na kovových nebo nekovových platformách, které pracují na otevřeném moři nebo v blízkosti pobřeží.

8.5.3 Předměty zkušebního programu

Předměty programu se musí demonstrovat, tam kde je to vhodné a tam kde materiál:

- a) Nebude nevhodným způsobem ovlivňovat, rušit nebo poškozovat ostatní materiál, pokud bude pracovat podle požadavku.
- b) Nebude nevhodným způsobem ovlivňovat, rušit nebo poškozovat vlastní součástky nebo zařízení, pokud bude pracovat podle požadavku.
- c) Nebude nevhodným způsobem rušen nebo poškozován okolním prostředím, které se vytváří provozem ostatního materiálu, lidskými nebo přírodními vlivy.
- d) Nebude v žádné fázi životního cyklu, ve kterém materiál vytváří výboje nebo emise elektrického nebo elektromagnetického původu poškozovat lidské zdraví, nebo nebude ovlivňován externím prostředím s nepříznivými účinky.

8.5.4 Řízení a plánování zkušebních postupů

8.5.4.1 Specifikace EMC

Povinností programového vedoucího je zajistit, že požadavkový dokument zkoušené položky materiálu je použit jako základ tvorby specifikace elektromagnetické compatibility. Požadavkový dokument zkoušek musí obsahovat popis prostředí, požadavky na opatření na úrovni platformy, systému, zařízení a podsystému a kritéria shody. Dále se musí zajistit regulační plán elektromagnetické compatibility (EMCCP) celého materiálu pro zajištění, že EMC požadavky ve specifikaci jsou změřeny pro zajištění cenové optimalizace. Musí se vytvořit program pro ověření shody, který obsahuje kompletní přehled zkušebního postupu.

8.5.4.2 Program zkoušek a zkušební plány EMC

Zkušební plán se musí vytvořit tak, aby zahrnoval všechny odpovídající součásti a podsystémy materiálu. Plán musí být tak podrobný, aby bylo při opakování zkoušek dosaženo stejných výsledků. Zkušební program musí zahrnovat zkoušky pro vývoj a převzetí včetně zkoušek systému.

Zkušební program EMC musí definovat:

- a) Strukturu managementu EMI/EMC dodavatelů (pokud je to vhodné).
- b) Zařízení, podsystém nebo systém, který je předmětem zkoušky a předpokládaný harmonogram zkoušek.
- c) Povahu nebo účel každé zkoušky.
- d) Provozní režim(y) každého zkoušeného zařízení.
- e) Druh modulace, používané při zkouškách susceptibilitity.
- f) Funkční zkoušky a ověření prováděné před, během a po každé zkušební proceduře EMC.
- g) Použité zkušební místo včetně pomocných zařízení a vybavení.
- h) Způsob záznamu údajů, uspořádání při zkoušce, dokumentaci, analýzu a formu protokolu.

Pro každý postup se musí vytvořit individuální zkušební EMI/EMC plán.

8.5.5 Uvažované prostředí

Nejlepším přiblížením ke skutečnosti při zkouškách materiálu v simulovaném elektrickém/elektromagnetickém prostředí se jeví, vystavit zkoušenou položku podmínkám, ve kterých se bude provozovat v jednotlivých státech a silách NATO ve funkčním uspořádání a provozním stavu. Některá pozemní zařízení se musí zkoušet metodou přiblížování. Vystavit skutečným podmínkám leteckou a námořní techniku je mnohem obtížnější; proto se většinou používá vybavení pro pozemní techniku. Zavěšení nebo umístění zkoušeného předmětu ve volném prostoru může simulovat let nebo lodní palubu nebo se používá vodivá zemní plocha, která představuje zkušební místo. Mnohem obtížnější zkoušky se provádí na takových typech zařízení, která tvoří část velkého propojeného systému, jsou nainstalována na budovách nebo tvoří velké mobilní objekty. Zkoušky v přírodních podmínkách (otevřené měřicí místo – OATS) nejsou pro všechny druhy zařízení vhodné. Důvodem může být vysoké elektromagnetické pozadí v místě měření, způsobené okolními zdroji. Pokud je možné zkoušený materiál rozdělit na menší části nebo podsystémy, je vhodné použít takové měřicí místo, které je před okolními vlivy chráněno.

8.5.5.1 Harmonogram zkoušek

Před zkouškami kompletních systémů (kategorie 505, 506, 507 a 508) se musí provést zkoušky EMC na úrovni podsystémů (kategorie 501, 502 a 503). Zkoušky na úrovni podsystému mohou odhalit nedostatky, které se při zkouškách systému nemusí projevit.

8.5.6 Elektromagnetické parametry / požadované úrovně

8.5.6.1 Uvažované parametry

Při určování zkušebních parametrů / požadavků se musí uvažovat:

- a) Očekávané vnější prostředí v průběhu celého životního cyklu a zda se mění působením jiného materiálu, na kterém nebo ve kterém je materiál umístěn.
- b) Indukované prostředí, kdy vnější prostředí nebo prostor umístění ovlivňuje činnost jiných zařízení.
- c) Vnitřní prostředí, které se vytváří vlastní činností.

8.5.6.2 Výběr parametrů/požadavků

Parametry/požadavky se musí vybírat podle důležitosti funkce zařízení (viz obrázek 500-4), životnosti, spolupráce s jinými zařízeními a odvozeným elektromagnetickým prostředím. Metodika výběru musí být obsažena buď v EMC specifikaci nebo zkušebním programu/plánu. Výběr parametrů se musí provádět především na základě přímého měření prostředí, ve kterém se bude materiál používat ve všech fázích životního cyklu. Alternativně se mohou použít odvozené úrovně, které je možno získat buď odhadem, nebo z výsledků získaných během měření prováděných na stejném typu materiálu.

8.5.7 Společné požadavky

8.5.7.1 Společný nákup

Zařízení nebo podsystémy nakupované jedním uživatelem pro vícenásobné použití, musí být ve shodě s požadavky všech uživatelů.

***Diskuse:** Pokud vládní orgán obstarává vybavení, které se bude používat ve více než jedné armádní složce, musí převzít odpovědnost za to, že zařízení bude splňovat požadavky všech uživatelských armádních složek. Různé armádní složky mohou mít různé požadavky. To co vyhovuje jedné složce, může naopak vadit jinému uživateli. Např. vysoké zkušební úrovně při ověřování susceptibility na vyzařované emise u elektro-optických snímačů mohou vyžadovat ochranné zastínění vstupní štěrbin, které snižuje jejich citlivost. Je důležité, aby tyto sporné body byly vyřešeny tak, aby se uspokojily požadavky všech uživatelů.*

8.5.7.2 Filtrace (pouze námořní síly)

Použití síťových filtrů (line-to-ground) pro splnění požadavků EMI se musí minimalizovat. Použití těchto filtrů vytváří cesty s malou impedancí pro bludné proudy (nesymetrický režim) v kostřicích strukturách, což může způsobovat rušení systémů, platforem nebo instalací, protože proudy se mohou přenášet do jiných zařízení, která jsou připojena k těmto zemním strukturám. Pokud se již musí takový filtr použít, pak nesmí kapacita mezi fázovým a nulovým vodičem přesáhnout 0,1 μF pro zařízení s napájecím kmitočtem 60 Hz a 0,02 μF pro zařízení s napájecím kmitočtem 400 Hz. Toto odpovídá meznímu svodovému proudu 5 mA, což vyhovuje bezpečnostním požadavkům. Pro zařízení ponorek a letadel, která jsou napájena stejnosměrným napětím, nesmí kapacita filtru mezi jednotlivými vodiči v místě připojení zátěže překročit hodnotu 0,075 $\mu\text{F}/\text{kW}$. Pro stejnosměrné zátěže menší než 0,5 kW nesmí kapacita filtru překročit hodnotu 0,03 μF . Použité filtry se musí popsat v technickém návodu zařízení nebo podsystému a také v EMCCP.

***Diskuse:** Napájecí systémy pro lodě a ponorky jsou nekostřené. Kapacita napájecích filtrů vzhledem k zemi poskytuje cestu pro proud vedený do struktury trupu. Námořnictvo používá velmi citlivé nízkofrekvenční rádiové a sonarové*

přijímače. Nízkofrekvenční proudy procházejí instalační strukturou a přes kryty elektrických zařízení pronikají do vnitřních prostor. Magnetická pole vytvářená těmito proudy mohou vazbami pronikat do důležitých obvodů a vytvářet poruchy. V případě vyšších kmitočtů (nad 100 kHz), vede kombinace omezení kapacity vzhledem k zemnímu potenciálu filtru napájení, skin efektu krytu zařízení a omezení harmonických proudů, k minimalizaci problémů se zemními proudy.

8.5.7.3 Vlastní kompatibilita

Provozní výkon zařízení nebo podsystému se nesmí snížit nebo vykazovat chyby ani v případě, že všechny jednotky nebo zařízení bojové techniky nebo podsystému pracují společně s navrženou účinností nebo schopností.

Diskuse: *Zkoušky EMI stanovené touto normou je možno použít na úrovni podsystému za účelem zajištění kompatibility pro případ, že na systémové platformě jsou umístěny různé podsystémy. Podsystém se může uvažovat jako sestava různých částí, obvodových desek a rozvaděčů. Zatímco pro jednotlivé položky je možno stanovit různé požadavky na charakteristiky rušení, tato norma je určena pouze pro ověření celkových charakteristik podsystémů po jejich sestavení. Kompatibilitu mezi jednotlivými částmi a sestavami musí tedy zajistit podsystém sám.*

8.5.7.4 Nevyvíjené položky (NDI)

Požadavky této normy musí být splněny ve shodě se směrnicemi vydanými národním akvizičním orgánem, pokud je možné tyto požadavky použít a zaručit s ohledem na plánované požadavky instalace a platformy.

Diskuse: *NDI zohledňuje skutečnost, že technika, která je již vyvinuta a připravena pro použití, může obsahovat komerční i vojenské položky. To, že položka vyhovuje komerčním požadavkům, neznamená, že jsou splněny požadavky EMC a její úprava pro vyřešení problémů s EMC může znamenat další náklady a prodloužení časového horizontu vývoje. Problémy se splněním požadavků EMC u NDI zařízení mohou být závažné. Při výběru takového zařízení je třeba provést průzkum trhu a získat spolehlivé informace, které zaručí správnost výběru. Pokud není možno získat odpovídající údaje, musí se takové zařízení ověřit zkouškou. Jako spolehlivá autorita se alternativně doporučuje poradní orgán složený z odborníků na problematiku EMC.*

V některých členských státech se v případě evakuačních letadel běžně používají komerčně dostupná lékařská zařízení. Tato zařízení musí podstoupit odpovídající schválení, které umožní ověřit charakteristiky funkce v různém prostředí a EMI pro získání certifikátu o použití v leteckém provozu a o bezpečném provozu při obsluze.

Ověřované požadavky jsou uvedeny v NCE02, NCS01, NCS14, NCS15, NCS16, NRE02 a NRS03 spolu s požadavky NCE01 pro pozemní zařízení. V závislosti, zda se pro napájení používá palubní síť letadla nebo baterie a na typu elektrických rozhraní (pokud existují), je třeba u konkrétního zařízení rozhodnout o použití NCE01, NCE02, NCS01, NCS14, NCS15 a NCS16. Jako běžná zkušební úroveň se v případě NCS14 používá křivka č. 3 a v případě NRS03 se v kmitočtovém pásmu 2 MHz až 1 000 MHz používá zkušební úroveň 20 V/m a 60 V/m v kmitočtovém pásmu 1 až 18 GHz. Pro hrubé ověření vrtulníků se v případě NCS14 používá křivka č. 5 a pro NRS03 se používá zkušební úroveň 200 V/m, i když výsledky je třeba posuzovat s ohledem na analýzu rizik orientovanou na bezpečnost pacientů. Neočekává se absolutně bezchybný provoz a často se hodnocení neprovádí v celém zájmovém kmitočtovém rozsahu.

Národní akviziční orgán je odpovědný za autorizované zkoušky způsobilosti k letu a certifikaci lékařských zařízení pro použití v letadle. Hodnocení úrovní emisí (které mohou ovlivnit bezpečnost letadla) provádí národní autorita způsobilosti k letu nebo jí pověřený orgán, protože „obecná letová pravidla“ vyžadují zkoušky emisí přenosných elektronických zařízení pro zajištění bezpečnosti letu.

Národní akviziční orgán je také odpovědný za hodnocení bezpečnosti pacientů s ohledem na zkoušky susceptibility. Protože lékařská zařízení často nesplňují všechny požadavky, technické posouzení výsledků určuje, zda se zařízení může použít bez nebezpečí pro letadlo samotné nebo vlivu na pacienty. Hodnocení na úrovni letadla se někdy používá jako doplněk výsledků zkoušek EMI.

8.5.7.4.1 Komerční položky

Návod pro nákup komerčních (COTS) a nevyvíjených vojenských (MOTS) zařízení je uveden v příloze A kategorie 500 a v kategorii 503.

Diskuse: *Používání komerčních zařízení COTS, představuje problém volby mezi potřebou vhodných návrhů opatření pro zajištění požadavků EMI a existujícím provedením, které může způsobovat nežádoucí charakteristiky EMI. Články 8.5.7.4.1.1 a 8.5.7.4.1.2 obsahují specifické požadavky pro dva samostatné případy výběru dodavatelů s ohledem na aktivity akvizičních orgánů při specifikaci požadavků pro komerční zařízení.*

Při některých aplikacích komerčně vyráběných přístrojů, jako například civilní dopravní letadla, jsou požadavky EMI stejné jako v tomto dokumentu. Mnoho komerčních zařízení používaných v letectví splňuje požadavky normy RTCA/DO-160 [7] nebo zvláštních dokumentů vytvářených dodavateli. Nejnovější vydání RTCA/DO-160 se požadavkům kategorie 500 přibližuje. Zařízení, které je klasifikované podle vydání „C“ nebo „D“ normy RTCA/DO-160, je často vhodné i pro použití ve vojenských letadlech.

Pro celou řadu komerčních výrobků existují různé požadavky na EMI, ale v některých případech neexistují. Minimální EMI požadavky se musí přizpůsobit komerčním normám zemí, ve kterých se bude zařízení používat. Tyto požadavky jsou obvykle mírnější, než požadavky vojenských norem pro stejný typ zařízení. Je velmi obtížné srovnávat povolené mezní hodnoty komerčních a vojenských norem z důvodů nestejných měřicích vzdáleností, typů použitých antén a podmínek blízkého pole.

8.5.7.4.1.1 Výběr dodavatelem

Pokud se dokáže, že komerční položka zvolená dodavatelem, která je vhodná pro zařízení nebo podsystém, nesplňuje požadavky EMI dodávky, pak se musí komerční položka buď upravit, nahradit nebo se musí provést takové opatření pro potlačení interference, aby zařízení nebo podsystém splnil dodavatelské požadavky EMI.

Diskuse: *Pokud dodavatel zvolí komerční neupravované položky, odpovídá za splnění požadavků EMI. Dodavatel může zpracovat zvolenou komerční položku podle potřeby tak, aby se prokázala požadovaná funkce.*

8.5.7.4.1.2 Specifikace v procesu nákupu

Pokud dodavatel prokáže, že komerční položka vybraná akvizičním orgánem v procesu nákupu pro použití v zařízení nebo podsystému je odpovědná za nesprávnou činnost zařízení nebo podsystému vlivem nesplnění dodavatelských požadavků EMI, pak musí být údaje o nesprávné činnosti obsaženy v protokolu o zkoušce elektromagnetické interference (EMITR). Žádná úprava nebo náhrada není možná bez vědomí autorizovaného akvizičního orgánu.

Diskuse: Akviziční orgán nese odpovědnost za charakteristiky EMI komerčních položek, které jsou akvizičním orgánem specifikovány jako součásti podsystémů nebo zařízení. Akviziční orgán musí zvolit kompromis mezi potenciálními problémy na systémové úrovni a přínosem při použití neupravovaného komerčního zařízení. Akviziční orgán potřebuje při nutnosti úpravy znát názor dodavatele zařízení nebo systému.

8.5.7.4.2 Nákup zařízení nebo podsystémů splňujících další požadavky EMC

Při nákupu zařízení a podsystémů, které jsou elektricky a mechanicky identické s těmi, které byly zajištěny akvizičním orgánem nebo jeho dodavatelem dříve, musí splňovat požadavky EMI a odpovídající mezní hodnoty stejně, jak tomu bylo u předchozího nákupu, pokud není velitelstvím nebo příslušnou vládní organizací požadováno jinak.

Diskuse: Obecně, vládní experti organizují kontroly mimo výrobní proces zařízení a podsystémů pro zajištění, že následně vyráběné položky splňují požadavky EMI, které byly ověřeny zkouškami. Tento dokument zohledňuje nejaktuálnější prostředí a požadavky, protože původní požadavky EMI se mohou od požadavků tohoto dokumentu podstatně lišit a nemusí být vhodné pro položky v některých instalacích. Tato situace se často vyskytuje u zkoušek zařízení, které se týkají susceptibility na vyzařované emise. Do procesu nákupu je nutno zahrnout požadavky na dodatečné zkoušky u dodavatele, aby bylo možno provést odpovídající vyhodnocení. Zkoušky hotových výrobků vykazují zhoršování funkce oproti těm zařízením, které se používaly pro ověření funkce při vývoji. Jednou problémovou oblastí jsou změny prováděné pro zjednodušení výroby, které nebyly odpovídajícím způsobem zohledněny pro potenciální vliv na opatření pro zajištění požadavků EMI. Problémy se také vyskytují ve spojitosti s kabely, stínicími kryty, elektrickým zemněním, spojováním a náhradou starých součástí novými v důsledku inovace.

8.5.7.5 Vládou požadovaná zařízení (GFE)

Pokud dodavatel prokáže, že za nesprávnou činnost zařízení nebo podsystému vlivem nesplnění dohodnutých požadavků EMI je odpovědné vládou požadované zařízení, musí být údaje o nesprávné činnosti obsaženy v protokolu o zkoušce elektromagnetické interference (EMITR). Žádná úprava nebo náhrada není možná bez vědomí autorizovaného akvizičního orgánu.

Diskuse: GFE se upravuje stejným způsobem jako komerční zařízení specifikované v procesu nákupu.

8.5.7.6 Vyměnitelné modulární zařízení

Požadavky tohoto dokumentu se ověřují na úrovni jednotek sestavených v laboratoři, na výrobní lince nebo integrovaných ve stojanu. Pokud se provádí výměna nebo náhrada modulu sestaveného zařízení, je nutné provést dodatečné zkoušky nebo ověřit podobnost a změny se musí odsouhlasit akvizičním orgánem.

***Diskuse:** Různá zařízení, která mají stejnou formu, účel a funkční charakteristiky, mohou vykazovat z hlediska EMI rozdílné parametry, což může způsobovat problémy při jejich záměně. Vedle toho se mohou různé podsystémy a zařízení navrhovat a vyrábět více než jedním výrobcem. Různé výrobní možnosti a zvyklosti jako např. umístění filtrů na základní desce nebo modulech, rozložení součástek na deskách plošných spojů, slučitelnost vstupů/výstupů na vyšších kmitočtech, tolerance použitých součástek, rozmístění desek atd. mohou mít vliv na elektromagnetické charakteristiky zařízení. Vyžadují se tedy zkoušky při všech možných uspořádáních nebo podrobná analýza změn oproti původnímu návrhu.*

8.6 Zkoušky

8.6.1 Uspořádání zkoušeného zařízení

Uspořádání zkoušeného zařízení musí odpovídat skutečnému uspořádání v odpovídající fázi životního cyklu. Při uspořádání se musí minimálně uvažovat:

- a) Zařízení samo, které musí být v provozním nebo aktivním režimu.
- b) Zařízení umístěná v přepravních obalech nebo skříních, které jsou určeny jako elektromagnetické stínění proti okolnímu prostředí včetně zemnicích opatření.
- c) Zařízení ve zkušební režimu, kdy je k němu připojeno jiné zařízení. Způsob zkušební postupu musí zahrnovat ochranu zkušební obsluhy před potenciálním ohrožením. Zvláště nesmí dojít k neúmyslné iniciaci výbušného materiálu, která se může vyvolat elektrickým roznětem a dalšími elektrickými/mechanickými reakcemi při zkoušce.

8.6.2 Zkušební podmínky

8.6.2.1 Klimatické podmínky při zkoušce

Zkoušky na úrovni platforem, systémů, podsystémů nebo zařízení se obvykle provádějí s neřízenými klimatickými podmínkami nebo ve zkušebních zařízeních, kde je rozsah klimatických podmínek omezen. S klimatickými podmínkami musí počítat postup při provádění zkoušek elektrostatickým výbojem.

8.6.2.2 Elektrické/elektromagnetické zkušební podmínky

Zkušební podmínky jsou uvedeny u jednotlivých zkušebních postupů tohoto dokumentu.

8.6.2.3 Tolerance, údaje a záznam

Pokud není specifikováno jinak, musí zkušební a pomocná zařízení splnit předepsané zkušební parametry (vstupní i výstupní) s předepsanými tolerancemi. Údaje se musí zaznamenávat v průběhu zkoušek ručně nebo automaticky, včetně

všech změn, odchylek nebo poškození zařízení. V případě měření emisí se musí automaticky zaznamenat průběh závislosti úrovně emisí na kmitočtu. V grafu se musí zaznamenat také povolené mezní hodnoty. Ručně získané údaje emisí nejsou povolené s výjimkou ověření grafu. Další informace o tolerancích měření jsou uvedeny v článku 8.6.6.1.

8.6.3 Požadované informace

Následující články uvádějí minimální rozsah podstatných informací o materiálu před a po zkoušce.

8.6.3.1 Informace před zkouškou

- a) Popis zkoušeného zařízení (typ, model, výrobní číslo, atd.).
- b) Uspořádání zkoušeného zařízení.
- c) Použitý zkušební postup.
- d) Předměty zkoušky a použitá kritéria.
- e) Použité zkušební zařízení (typ, model, výrobní číslo, datum kalibrace, atd.).
- f) Použité typy kabelů.
- g) Záznam nesprávného chování a opravná opatření.
- h) Výsledky kontroly před zkouškou.
- i) Datum zkoušky.
- j) Obsluha zkušebního zařízení.
- k) Zkušební organizace nebo laboratoř.

8.6.3.2 Informace po zkoušce

- a) Chování zkoušeného zařízení při zkouškách.
- b) Odchytky od plánovaných zkušebních postupů a jejich vliv na výsledek zkoušky.
- c) Záznam okolního zkušebního prostředí odlišného od předepsaného.
- d) Záznam nesprávného chování zkoušeného zařízení, jeho lokalizace v průběhu zkoušky a vyhodnocení příčin.
- e) Ohledání poškozených součástí.
- f) Použité zkušební zařízení (typ, model, výrobní číslo, datum kalibrace, atd.).
- g) Datum zkoušky.
- h) Obsluha zkušebního zařízení.
- i) Zkušební organizace nebo laboratoř.

8.6.3.3 Protokol o zkoušce

Všechny potřebné informace musí být uvedeny ve formě protokolu o zkoušce.

8.6.4 Poruchová kritéria

8.6.4.1 Porucha

Porucha zařízení nastane za následujících podmínek:

- a) Odchylka od sledovaných výstupních parametrů při překročení požadovaných úrovní uvedených v EMC specifikaci materiálu nebo platformy, systému, podsystému nebo zařízení, které materiál tvoří.
- b) Výskyt přechodných stavů nebo poškození, vedoucích s vysokou pravděpodobností ke zhoršení bezpečnosti při používání zařízení.
- c) Výskyt přechodných stavů nebo poškození, vedoucích v některé fázi životního cyklu s vysokou pravděpodobností k omezení specifikované činnosti.

8.6.4.2 Kritéria susceptibility

Aby mohla zkušební obsluha určit prahovou hodnotu při ověřování susceptibility na vedené nebo vyzařované emise, musí se chybová kritéria stanovit ve zkušebním programu nebo odsouhlasit psanou formou před zkouškou na základě následujících provozních kritérií.

- a) **Provozní kritérium A:** Akviziční orgán musí ve zkušebním programu určit prahové úrovně nebo tolerance a použité zkušební modulace kritérií susceptibility.
- b) **Provozní kritérium B:** Měřitelná kritéria susceptibility se musí použít pro maximálně možné vizuální monitorování a sledování funkce EUT v reálném čase nebo po provedení zkoušky.
- c) **Provozní kritérium C:** Pro hodnocení se musí určit kritéria susceptibility pro každý provozní režim EUT. Každé zhoršení funkce se musí zaznamenat do zkušebního protokolu.
- d) **Provozní kritérium D:** V průběhu zkoušky je povoleno takové zhoršení funkce, které je možno odstranit ručním ovládním a po skončení zkoušky zařízení nevykazuje žádné nevratné poškození. Povolené zhoršení funkce se musí uvést ve zkušebním programu EMC. Výskyt každého takového zhoršení funkce se musí uvést ve zkušebním protokolu.

Jestliže se prahová úroveň mění při zvyšování nebo snižování zkušebního signálu, musí se zaznamenat obě prahové hodnoty (hystereze).

Pokud se pro monitorování zkoušeného zařízení používá pomocné zařízení např. osciloskop nebo digitální voltmetr, musí se vyloučit možnost, že se do výstupních vodičů EUT, které vedou do monitorovacích obvodů, indukují zkušební RF signály, aby se výstupní signál monitoroval bez zkreslení. Tam, kde je to možné, se musí použít optické kabely. Metoda pro správné monitorování výstupních signálů EUT se musí podrobně popsat ve zkušebním programu a protokolu.

Pro zajištění, že nedošlo k poškození filtrů nebo jiných součástí, které mohly mít vliv na výsledky zkoušky NCE01, se musí provést následná zkouška susceptibility na přechodové jevy. Po dokončení všech zkoušek susceptibility na přechodové jevy se musí provést minimálně zkouška NCE01.

8.6.4.3 Opakovaná/ověřovací zkouška

Opakovaná/ověřovací zkouška EUT/platformy/systému se provádí v případě, že:

- a) Zkoušené zařízení (EUT) bylo nutno opravit, nebo byla, jako důsledek předchozích poruch při zkoušce, navržena jeho jiná konstrukce. V případě, že to dovolují okolnosti, se povoluje zkoušet pouze ty části zkoušeného zařízení, které při zkoušce vykazovaly poruchy. Pokud má úprava nové konstrukce zkoušeného zařízení vliv na již provedené zkoušky, pak je nutno provést ověřovací zkoušky.
- b) Při zkoušce nebyl použit správný postup nebo nebylo zkoušené zařízení správně uspořádáno. Také v případě, že zkoušené zařízení pracovalo v jiném režimu, než bylo určeno nebo než bude pracovat při skutečné instalaci. V takovém případě se musí provést všechny požadované zkoušky při správném uspořádání a ve správném režimu.

8.6.4.4 Komentáře

Ke všem pozorovaným poruchám se musí ve zkušebním protokolu uvést komentář. Pokud je potřebné dodatečné hodnocení, musí se uvést v konečném EMC protokolu ze zkoušek zařízení.

8.6.5 Všeobecné požadavky

Elektronická, elektrická a elektromechanická zařízení a podsystémy musí být ve shodě s všeobecnými požadavky uvedenými v článku 8.5.2. Všeobecné ověřovací požadavky musí být ve shodě s požadavky uvedenými v článku 8.6.6. Tyto všeobecné požadavky jsou ve shodě s podrobnými požadavky na vyzařované emise a susceptibilitu na emise a odpovídajícími zkušebními postupy definovanými v článku 8.6.5.

Diskuse: *Požadavky uvedené v tomto článku je možno použít univerzálně na všechny podsystémy a zařízení. Další požadavky na emise a susceptibilitu, které jsou přizpůsobeny s ohledem na různé třídy podsystémů a zařízení jsou obsaženy v následujících článcích této kategorie.*

Tento dokument se týká pouze specifických technických požadavků pro ověřování elektromagnetické interference (EMI) a susceptibilitu na úrovni zařízení a odsystémů. Požadavky není možno použít pro jednotlivé podskupiny zařízení, jako jsou moduly nebo obvodové desky. Na úrovni podskupin je možno použít pouze základní myšlenku; nicméně při konkrétním použití je nutno postupovat velmi opatrně. Požadavky zde uvedené jsou pouze základní. Použití mezních hodnot závisí na předpokládaném použití a umístění materiálu tak, aby se dosáhlo požadované elektromagnetické kompatibility (EMC). Požadavky zkoušek systémů na úrovni jejich sestav obsahující předpokládané podsystémy a zařízení jsou uvedeny v Kategoriích 505 pro letecká zařízení, 506 pro námořní zařízení, 507 pro pozemní zařízení a 508 pro zbraňové systémy [1-4]. Výrobce a dodavatelé musí mít přehled o zde uvedených požadavcích pro jejich použití při návrhu systému a očekávaném prostředí, ve kterém se bude zařízení používat. MIL-STD-469 [5] poskytuje dodatečné požadavky pro elektromagnetickou kompatibilitu radiolokátorů. Navíc je třeba zohlednit národní kmitočtové tabulky.

Návody a techniky, které jsou potřebné pro dosažení požadavků této kategorie 501, jsou obsaženy v řadě částí AECTP-250 [6] a další důležité dokumenty jsou pro informaci uvedeny v článku 8.1.2.

Vyhodnocení zařízení a podsystémů se stává nesprávné v případě, že se změní hardware nebo software zařízení vlivem aktualizací nebo poruch vzniklými při zkoušce, včetně poruch, které vznikly při jiných zkouškách než EMI. Dodržení hodnocení podle Kategorie 501 po změnách se dosáhne buď analýzou, která zaručí, že nedošlo k podstatným změnám, nebo je třeba provést nové zkoušky a výsledky porovnat s požadavky. Metoda použitá pro prodloužení certifikace a výsledky analýzy a zkoušek jsou běžně předmětem akvizičního schvalovacího procesu.

8.6.6 Ověřovací požadavky

Pro dosažení shody s požadavky na emise a susceptibilitu v tomto dokumentu se musí použít všeobecné požadavky vztahující se ke zkušebnímu postupům, zkušebnímu vybavení a níže stanoveným zařízením, spolu s podrobnými zkušebními postupy uvedenými v článku 8.6.7. Jakýkoliv proces nákupu, který se od těchto všeobecných požadavků odchyluje, se musí zdokumentovat ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP). Zařízení, která jsou určena, aby pracovala jako podsystémy, se musí zkoušet tak, aby se požadavky na emise a susceptibilitu co nejvíce přibližovaly skutečným podmínkám. Formální zkoušky není možno začít bez souhlasu velitelství nebo zainteresovaného orgánu. Údaje, získané jako výsledky provedených zkoušek jedné elektromagnetické disciplíny, je možno použít pro splnění požadavků jiných. Je tedy možno se vyhnout nezamýšlené duplikaci a kdykoliv je to možné, musí se pro stejné požadavky sestavit jeden zkušební plán ze současně prováděných zkoušek.

Diskuse: *Tato část dokumentu specifikuje všeobecné požadavky, které je možno použít pro různé zkušební postupy k ověření požadavků na emise a susceptibilitu. Podrobné zkušební postupy pro jednotlivé požadavky na emise a susceptibilitu obsahují kroky, které jsou věnované jednotlivým požadavkům. Dalším zdrojem informací o zkouškách elektromagnetické interference jsou průmyslové dokumenty, jako jsou RTCA/DO-160 [7], SAE ARP 1972 [8], a CISPR 16-1 [9].*

Elektromagnetická kompatibilita (EMC), elektromagnetický impulz (EMP), blesk, RF kompatibilita, přidělování kmitočtů atd. jsou sloučeny do různých úrovní v různých národních a dodavatelských orgánech. Různé disciplíny mají často pro požadavky společný základ. Je mnohem efektivnější vytvořit společné požadavky a provádět úplné a krátké zkoušky. Např. v oblastech EMC, EMP a blesku se objevuje nebezpečí přechodových jevů. Požadavky na přechodové jevy v tomto dokumentu musí vyhovovat všem disciplínám, nebo pokud je to nutné, se musí co nejvíc přizpůsobit.

Výhodné jsou zkoušky sestaveného zařízení na úrovni podsystému, protože použití skutečných elektrických rozhraní je lepší, než používání elektrických zátěží nebo simulovaných zařízení. Pokud se používají simulace, vyskytují se pochybnosti o správnosti sestavení simulovaného zařízení a naskytá se otázka, zda jsou problémy emisí a susceptibility zapříčiněny zkoušeným nebo simulačním zařízením.

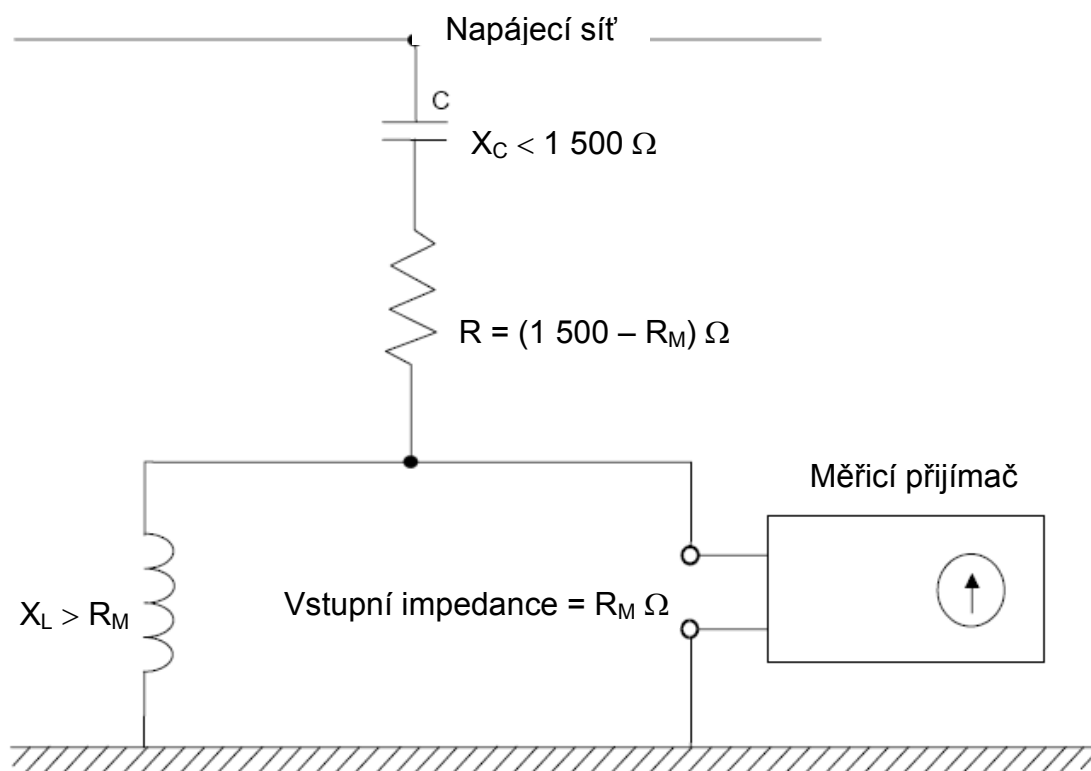
Zkušební postupy vytvářené dodavatelem poskytují mechanismus pro interpretaci a úpravu požadavků kategorie 501, informace o funkci konkrétního podsystému nebo

zařízení, podrobnosti o vybavení měřicího místa, měřicím zařízení a jeho použití. Je důležité, aby tyto postupy byly dostupné akvizičním orgánům na počátku akvizičního procesu tak, aby bylo možno sestavit zkušební postupy před začátkem zkoušek. Dohoda o interpretaci požadavků a postupů mezi akvizičním orgánem a dodavatelem musí být schválena co nejdřív, aby se minimalizovala případná potřeba dalších nebo opakovaných zkoušek.

Při zkouškách rozlehlých zařízení, která vyžadují zvláštní zacházení, nebo zařízení, která generují vysoké výkony, se mohou požadovat odchylky od standardních zkušebních postupů. Rozlehlá zařízení není možno umístit do obvyklých stíněných prostor nebo jsou příliš těžká pro umístění na zvýšenou podlahu. Další zařízení mohou obsahovat rozměrné pohyblivé části nebo vyžadují speciální zahřívací nebo chladičí zařízení. Taková zařízení je možno zkoušet ve výrobním závodě, nebo na místě konečné instalace. Návod poskytují následující příklady. Pokud dojde vlivem zkoušeného zařízení k odchylkám od standardních zkušebních postupů, musí se tyto odchylky vysvětlit ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP). Uspořádání při zkoušce je velmi důležité a údaje zaznamenané během zkoušky musí co nejdříve zohledňovat charakteristiky konečné instalace.

Pro zařízení, která vyžadují vysoké napájecí proudy (např. >200 A), nemusí být dostupné komerčně vyráběné impedanční stabilizační sítě napájení (LISN). V takovém případě je možno u zkoušky NCE02 použít napěťovou sondu popsanou v ANSI C63.4 [10]. Konstrukce sondy je uvedena na obrázku 501-1. Požaduje se přímé připojení k fázovému vodiči a referenční zem se musí při měření zvolit opatrně. Po uplynutí vhodného časového úseku se požaduje opakované měření, protože může dojít ke změně impedance fázového vodiče a tím i změně měřených emisí ze zkoušeného zařízení.

Měření se provádí mezi každým fázovým a zemním (nulovým) vodičem napájení za použití blokovacího kondenzátoru C a rezistoru R (viz obrázek 501-1) tak, aby celkový odpor mezi zkoušeným vodičem a zemí byl 1 500 Ω . Při měření je třeba započítat napěťový útlum sondy ve formě kalibračního faktoru. Při všech nastaveních se musí definovat měřicí bod (umístění sondy na kabelu).



OBRÁZEK 501-1 – Napěťová sonda pro zkoušky na uživatelských instalacích

Pokud je zařízení příliš rozměrné nebo jeho provoz vyžaduje zvláštní příslušenství (zátěže, motory, vodu, toxické látky atd.), nemůže se zkouška provádět v běžných anechoických komorách. V takovém případě se může vytvořit dočasné stíněné místo za použití RF absorpčních závěsů, které se umístí okolo zkoušeného zařízení tak, aby se snížilo elektromagnetické pozadí v místě měření a zabránilo se úniku vyzařování při zkouškách susceptibility na vyzařované emise. Protože prostor může produkovat odrazy, je nutné identifikovat rezonance. Vliv rezonancí je možno snížit vhodným umístěním snímací antény.

Zařízení, které produkuje vysoké úrovně RF energie, může vyžadovat měření na otevřeném měřicím místě. Pokud se navíc jedná o komunikační zařízení (vysílač), je zkouška na otevřeném měřicím místě nutná. Při zkoušce NRS02 se musí vyžadovat souhlas ČTÚ. Pokud je možno komunikační linku simulovat, může se zkouška provádět ve stíněném prostoru. V takovém případě se používá zvláštních zátěží, protože v opačném případě může dojít k poškození absorpčního materiálu jeho ohřevem způsobeným RF energií.

Použití zkoušek vyzařování pro rozlehlá zařízení je podstatné pro prevenci proti problémům EMI. Zkoušky EMI se tedy nesmí jednoduše odmítnout z důvodů obtížné manipulace nebo rozměrů. Typická zařízení a podsystémy, která mohou k výše uvedenému jednání svádět, jsou následující:

- a) Vzduchové jednotky (topení, ventilátory, klimatizace).
- b) Velké nepřerušitelné napájecí zdroje (UPS).
- c) Zařízení umístěná ve vozidlech.
- d) Odsolovací jednotky.

- e) *Velké motory / generátory / pohony / napájecí distribuční systémy.*
- f) *Rozměrné radiolokátory.*
- g) *Kolejové zbraně a jejich napájecí zdroje.*
- h) *Katapulty a jejich napájecí zdroje.*
- i) *Rozměrné konzoly podsystémů.*

Podrobnější informace jsou uvedeny také v dokumentech [1], [2], [3] a [4].

8.6.6.1 Nejistoty měření

Pokud není pro konkrétní zkoušku uvedeno jinak, jsou nejistoty při měření následující:

- a) *Vzdálenost: ± 5 %.*
- b) *Kmitočet: ± 2 %.*
- c) *Amplituda měřicího přijímače: ± 2 dB.*
- d) *Amplituda měřicího řetězce (včetně měřicích přijímačů, převodníků, kabelů atd.): ± 3 dB.*
- e) *Čas (průběhy): ± 5 %.*
- f) *Rezistory: ± 5 %.*
- g) *Kondenzátory: ± 20 %.*

Diskuse: *Nejistoty jsou nutné pro dosažení souhlasných výsledků měření. Položky b) až d) jsou v souladu s [10] pro zařízení k měření elektromagnetického rušení. Další informace jsou v článku 8.6.2.3.*

8.6.6.2 Stíněný prostor

Aby se zabránilo ovlivňování mezi zkoušeným zařízením a vnějším prostředím, vyžaduje se obvykle pro zkoušky stíněný prostor. Stíněný prostor zabraňuje pronikání vnějších elektromagnetických polí do místa, kde probíhá měření a unikání zkušebních emisí do okolí při zkouškách susceptibility. Stínění musí zaručovat odpovídající útlum tak, aby byly zajištěny okolní podmínky uvedené v článku 8.6.6.4. Stíněný prostor musí mít takové rozměry, aby pro uspořádání zkoušeného zařízení byly splněny podmínky uvedené v článku 8.6.6.8 a pro umístění měřicí antény byly zajištěny podmínky uvedené v jednotlivých zkušebních postupech.

Diskuse: *Možné problémy, které ve stíněném prostoru představují rezonance, jsou velmi dobře dokumentované a známé; používání stíněného prostoru při zkouškách vojenských zařízení pro ověření požadavků této normy, je i přes uvedené problémy nutné. Mnoho zkušebních laboratoří je umístěno v oblasti, kde je mimo stíněný prostor velmi významné elektromagnetické pozadí, které přesahuje požadované mezní hodnoty a získání odpovídajících výsledků měření je velmi obtížné.*

Elektrická rozhraní vojenských zařízení jsou často komplexní a vyžadují velmi dobré zkušební zařízení pro simulaci a vyhodnocení rušení. Taková zařízení je nutno umístit mimo stíněný prostor pro oddělení měřicího zařízení od prostředí, vytvářeného zkoušeným zařízením nebo zařízením pro zkoušky susceptibility.

Stíněný prostor také zabraňuje emisím zkušebních signálů používaných pro zkoušky susceptibility do antén místních přijímačů. Nejvíce se tento jev vyskytuje při zkoušce

NRS02. I když i v ostatních případech mohou signály používané pro zkoušky susceptibilitu způsobit rušení kmitočtů vyhrazených ČTÚ.

8.6.6.2.1 Absorpční materiál pro RF kmitočty

V případě, že se provádí zkoušky vyzařovaných emisí nebo susceptibilitu na vyzařované emise uvnitř stíněného prostoru (s výjimkou zkoušek v odrazových komorách) musí se pro snížení odrazů elektromagnetické energie a zlepšení přesnosti a opakovatelnosti zkoušky použít absorpční materiál pro RF kmitočty (uhlíkem sycený pěnový materiál, feritové desky aj.). Absorpční materiál pro RF kmitočty se musí umístit nad, za a po obou stranách zkoušeného zařízení a také za vysílací nebo přijímací anténou, jak je zobrazeno na obrázku 501-2. Minimální hodnoty absorpce materiálu jsou uvedeny v tabulce 501-3. Výrobce absorpčního materiálu musí dodat certifikát, který potvrzuje parametry absorpčního materiálu (pouze základního materiálu, ne instalovaného).

Diskuse: *Problémy s přesností při měření v neupraveném stíněném prostoru jsou dostatečně zdokumentované a známé. Hodnoty absorpčního materiálu uvedené v tabulce 501-3 se uvažují pro základní zlepšení integrity měření bez přehnaného dopadu na vybavení zkušebního místa. Minimální požadavky na umístění absorpčního materiálu jsou určeny pro potlačení základních odrazů. Použití dalšího absorpčního materiálu se provádí tam, kde je to možné. Předpokládá se, že hodnoty uvedené v tabulce 501-3 je možno dosáhnout feritovými destičkami nebo běžnými jehlanovými absorbéry o výšce 0,6 m.*

TABULKA 501-3 – Běžná pohltivost materiálu

Kmitočet	Minimální pohltivost
80 MHz – 250 MHz	6 dB
Nad 250 MHz do nejvyššího kmitočtu zkoušky	10 dB

8.6.6.3 Další zkušební místa

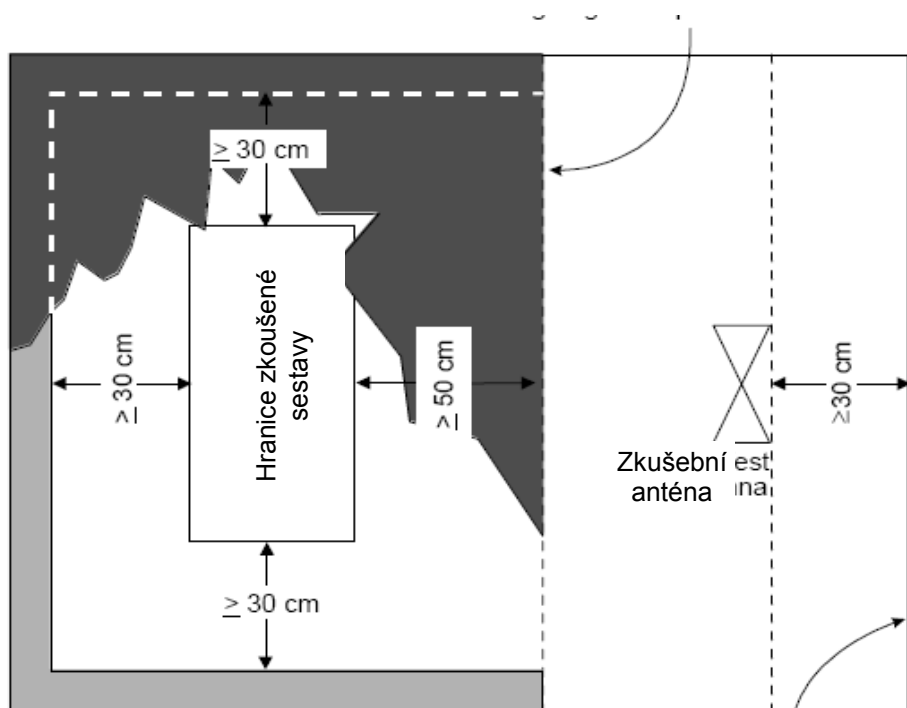
Ostatní zkušební místa musí splňovat požadavky na okolní prostředí uvedené v článku 8.6.6.4.

Diskuse: *Pro určité typy zkoušených zařízení nemusí být zkoušky ve stíněném prostoru praktické. Příkladem takových zařízení jsou rozlehlá zařízení, zařízení vyžadující vysoké napájecí proudy nebo funkční motorové pohony, zařízení emitující toxické látky nebo příliš těžká zařízení, která by mohla poškodit podlahu (viz „Diskuse“ v článku 8.6.6). Hlavním problémem při zkouškách mimo stíněný prostor je výskyt okolního elektromagnetického pole. Zvláštní ustanovení k tomuto problému je uvedeno v článku 8.6.6.4 „Úroveň okolního elektromagnetického pozadí“. Ve všech případech, kdy se zkoušky provádí mimo stíněný prostor, se musí ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP) uvést typický průběh úrovně elektromagnetického pozadí.*

Pokud se zkoušky zařízení, které obsahuje RF vysílače, provádějí mimo stíněný prostor, je nutno nejdříve získat souhlas ČTÚ.

Volitelné je použití otevřeného měřicího místa (OATS), které je ve shodě s požadavky [10]. Tato místa se navrhují zvláště pro zvýšení přesnosti a opakovatelnosti zkoušek. Vlivem rozdílů mezi [10] a touto kategorií, jako jsou výběr antén, měřicí vzdálenosti a specifikovaný kmitočtový rozsah, se musí při použití OATS ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP) podrobně popsat metoda a výsledky zkoušky s ohledem na požadavky této normy.

Absorpční materiál umístěný nad, za a po obou stranách hranice zkoušené sestavy od stropu po zemní plochu



Absorpční materiál umístěný za zkušební anténou od stropu po zemní plochu

OBRÁZEK 501-2 – Umístění absorpčního materiálu pro RF kmitočty

8.6.6.4 Úroveň okolního elektromagnetického pozadí

Během zkoušky musí být elektromagnetické pozadí v místě měření, se zkoušeným zařízením odpojeným od napájení a vypnutým pomocným zařízením, nejméně 6 dB pod mezními hodnotami používanými ve stíněném prostoru. Pozadí na napájecích vodičích se musí měřit při odpojení od zkoušeného zařízení a vodiče se musí zakončit odporovými zátěžemi, které odpovídají zkoušenému zařízení. Pokud se provádí zkoušky ve stíněném prostoru, kde jsou hodnoty elektromagnetického pozadí o 6 dB nižší než požadované mezní hodnoty, není třeba v protokolu o zkoušce elektromagnetické interference (EMITR) profil okolního elektromagnetického rušení uvádět. Pokud se měření provádí mimo stíněný prostor, musí se zkoušky provádět v období a za podmínek, kdy je okolní elektromagnetické rušení nejmenší. Okolní podmínky se musí zaznamenat v protokolu o zkoušce elektromagnetické interference (EMITR) a nesmí ovlivňovat výsledky měření.

Diskuse: *Okolní úrovně jsou důležité pro zachování integrity shromažďovaných údajů. Vysoké okolní úrovně přinášejí problémy při rozpoznávání emisí ze zkoušeného zařízení a okolního elektromagnetického rušení. Dokonce i v případě, že jsou specifické signály okolí známy, mohou maskovat emise ze zkoušeného zařízení, které překračují povolené mezní hodnoty uvedené v této kategorii.*

Požadavek, že úrovně okolí musí být 6 dB pod povolenými mezními hodnotami, zajišťuje, že kombinace emisí ze zkoušeného zařízení a okolního rušení neovlivňuje velikost měřených emisí. Pokud např. sinusový rušivý signál dosahuje úrovně mezní hodnoty a okolní rušení je 6 dB pod mezní hodnotou, bude naměřená úroveň přibližně 3 dB nad mezní hodnotou. Stejně platí, že když se úroveň okolního rušení zvedne na úroveň mezní hodnoty, bude při stejné úrovni emisí ze zařízení, naměřená hodnota přibližně 5 dB nad mezní hodnotou.

Při měření elektromagnetického pozadí na napájecích kabelech se používá odporová zátěž, i když za skutečných podmínek může být úroveň elektromagnetického pozadí vyšší než při použití odporové zátěže. Tento jev způsobují kapacity v napájecích obvodech zkoušeného zařízení, které snižují vstupní impedanci pro vyšší kmitočty a zvyšují tak proud. Tyto kapacity je třeba zjistit a měření elektromagnetického pozadí provést s těmito kapacitami. Je zde také možnost rezonancí způsobených filtry používaných ve stíněném prostoru, filtry zkoušeného zařízení a impedancí napájecího vedení. Pokud se objeví neočekávané úrovně vyzařování, je třeba tyto parametry prozkoumat

Zkoušky mimo stíněný prostor se často provádějí v nočních hodinách, aby se snížil vliv okolního prostředí. Obvyklým problémem elektromagnetického prostředí jsou průběžné změny jeho úrovně, které jsou způsobeny zapínáním a vypínáním různých spotřebičů připojených k napájecímu vedení. Užitečným nástrojem pro zlepšení hladkého průběhu zkoušky je analýza obvodů zkoušeného zařízení před zkouškou a identifikace vyzařovaných kmitočtů, které je možno očekávat.

Měření ve stíněném prostoru zlepšuje celkovou přesnost měření a umožňuje přesnou identifikaci úrovně emitovaných signálů. Zkoušky mimo stíněný prostor je možno pro ověření provádět na kmitočtech, které byly identifikovány při měření ve stíněném prostoru. Pak je třeba požadovanou hranici 6 dB pod mezní hodnotou sledovat pouze na vybraných kmitočtech.

8.6.6.5 Zemní plocha

Zkoušené zařízení se musí umístit na zemní plochu, která simuluje skutečnou instalaci. Pokud není skutečná instalace známá nebo je možnost instalovat zařízení různým způsobem, musí se použít kovová zemní plocha, viz obrázek 501-3. Pokud není určeno jinak, musí mít zemní plocha velikost minimálně 2,25 m² a nejkratší strana nesmí být menší než 0,76 m. Pokud se při instalaci zkoušeného zařízení zemní plocha nevyskytuje, musí se toto umístit na nevodivý stůl, viz obrázek 501-4.

Diskuse: *Obecně jsou vyzařované emise a susceptibilita na vyzařované emise spojeny s vazbou mezi propojovacími kabely a ne s krytem zařízení. Úrovně emisí a susceptibilita jsou přímo závislé na umístění propojovacích kabelů vzhledem k zemní ploše a její elektrické vodivosti. Zemní plocha tedy hraje důležitou roli při získání správných výsledků zkoušek.*

Pokud je zkoušené zařízení pro použití konvenční zemní plochy na měřicím stole příliš rozměrné, musí se uspořádání při zkoušce co nejvíc přiblížit skutečné instalaci. Např. anténa radiolokátoru se může umístit na zkušební přípravek a tento se propojí s vodivou podlahou stíněného prostoru. Zemní plocha se musí umístit na podlahu stíněného prostoru, který je tvořen např. elektricky nevodivými dlaždicemi, viz obrázek 501-5.

Použití zemních ploch se požaduje také při zkouškách mimo stíněný prostor (viz obrázek 501-6). Tyto zemní plochy tvoří referenční úroveň vzhledem k zemi, jak to vyžadují národní bezpečnostní požadavky na instalaci. Tam kde je to možné, musí být zemní plochy elektricky spojeny s ostatními zemněnými referenčními povrchy, jako je např. vnější struktura stínících krytů.

Minimální rozměr zemní plochy $2,25 \text{ m}^2$ s délkou nejmenší strany $0,76 \text{ m}$ je určen pouze pro omezený počet zkoušených zařízení s několika elektrickými rozhraními. Zemní plocha musí být dostatečně velká, aby splňovala požadavky uvedené v článku 8.6.6.8 pro uspořádání zkoušeného zařízení včetně připojených kabelů.

8.6.6.5.1 Kovová zemní plocha

Pokud se EUT instaluje na kovové zemní ploše, nesmí mít zemní plocha povrchový odpor větší než $0,1 \text{ m}\Omega$. Odpor pro stejnosměrný proud mezi kovovou zemní plochou a stíněným prostorem musí být $2,5 \text{ m}\Omega$ nebo menší. Kovové zemní plochy znázorněné na obrázcích 501-3 až 501-6 se musí elektricky spojit s podlahou nebo stěnami základní struktury stíněné místnosti nejméně jednou na každý 1 m . Kovové propojovací pásky musí být pevné a splňovat poměr délky k šířce $5:1$ nebo menší. Kovové zemní plochy používané mimo stíněný prostor musí v každém směru přesahovat nejméně o $1,5 \text{ m}$ vnější hranice zkoušené sestavy.

Diskuse: *Jako materiál zemní plochy se běžně používá měděný plech o síle $0,25 \text{ mm}$, který plně vyhovuje požadavkům na povrchový odpor. Použít je možno i jiné kovové materiály vhodných rozměrů, které splňují požadavky elektrické vodivosti.*

Povrchový odpor zemní plochy je možno vypočítat podělením měrného odporu silou materiálu. Např. při předpokladu, že měď má měrný odpor $1,75 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$ je možno určit povrchový odpor pro měděnou zemní plochu o síle $0,25 \text{ mm}$ následovně:

$$\frac{1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}}{2,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}} = 6,8 \cdot 10^{-5} \Omega = 0,068 \text{ m}\Omega$$

Požadavek $0,1 \text{ m}\Omega$ je v tomto případě splněn.

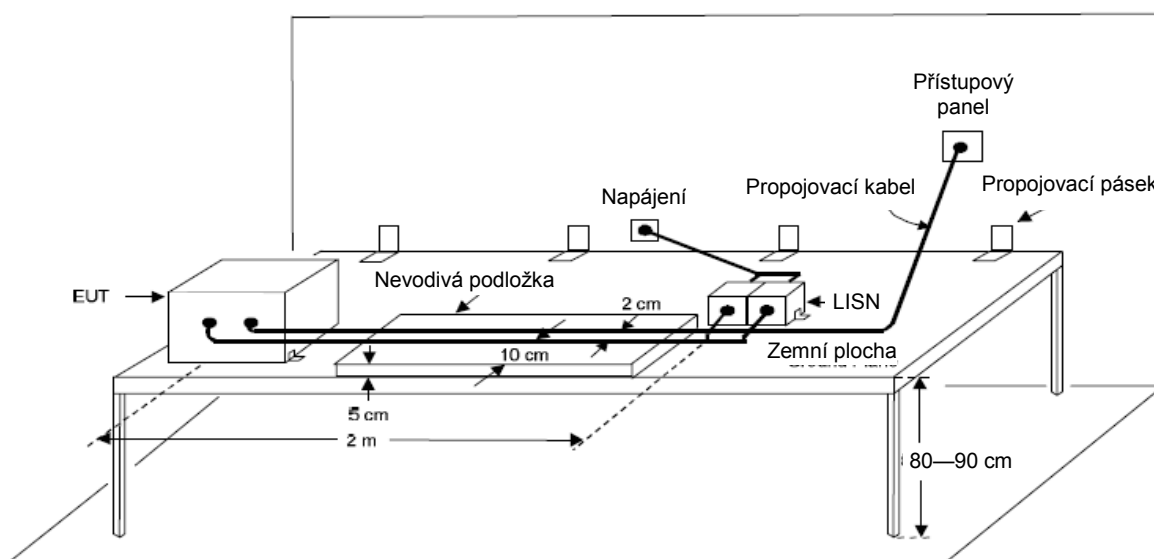
8.6.6.5.2 Kompozitní zemní plocha

Pokud se EUT instaluje na vodivé kompozitní zemní ploše, musí mít povrchový odpor hodnotu typické instalace. Kompozitní zemní plocha se musí elektricky propojit s krytem vhodným způsobem a materiálem.

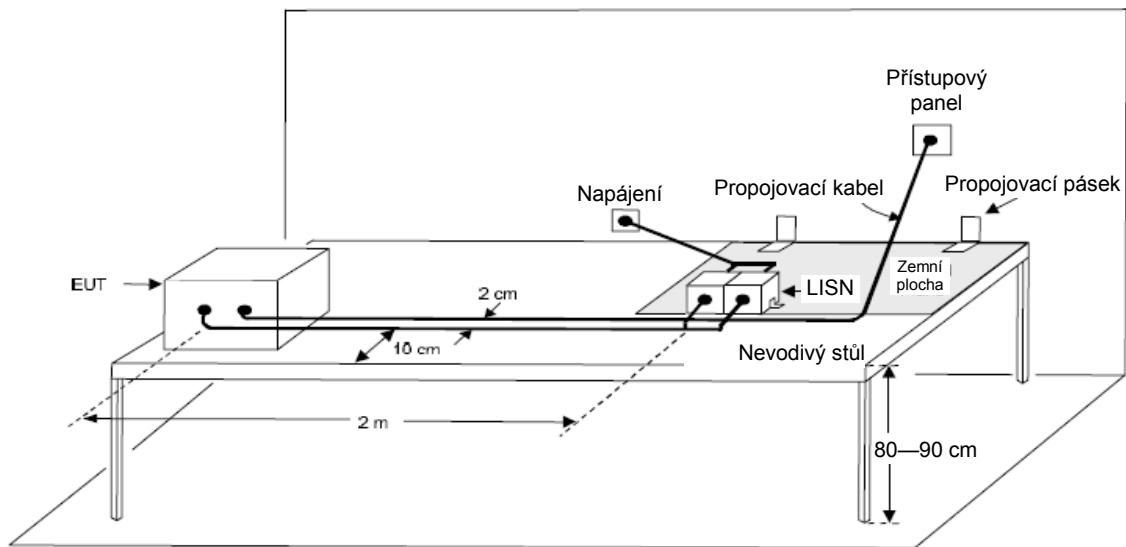
Diskuse: *Jako materiál typické zemní plochy se u všech zkoušek používá měď. Z mnoha důvodů je to nejvhodnější materiál. Se zvyšujícím se trendem používání kompozitních materiálů hraje používání kompozitní zemní plochy při zkouškách stále větší úlohu. Kontrolní zkoušky na zemní ploše z měděného a kompozitního materiálu*

ukázaly některé rozdílné výsledky elektromagnetických vazeb. Pokud je to možné, existuje reálná potřeba co nejvíce se přiblížit skutečné instalaci. V některých případech, když jsou např. různé jednotky zkoušeného zařízení umístěny na různých materiálech, je nutno použít při zkoušce několik zemních ploch.

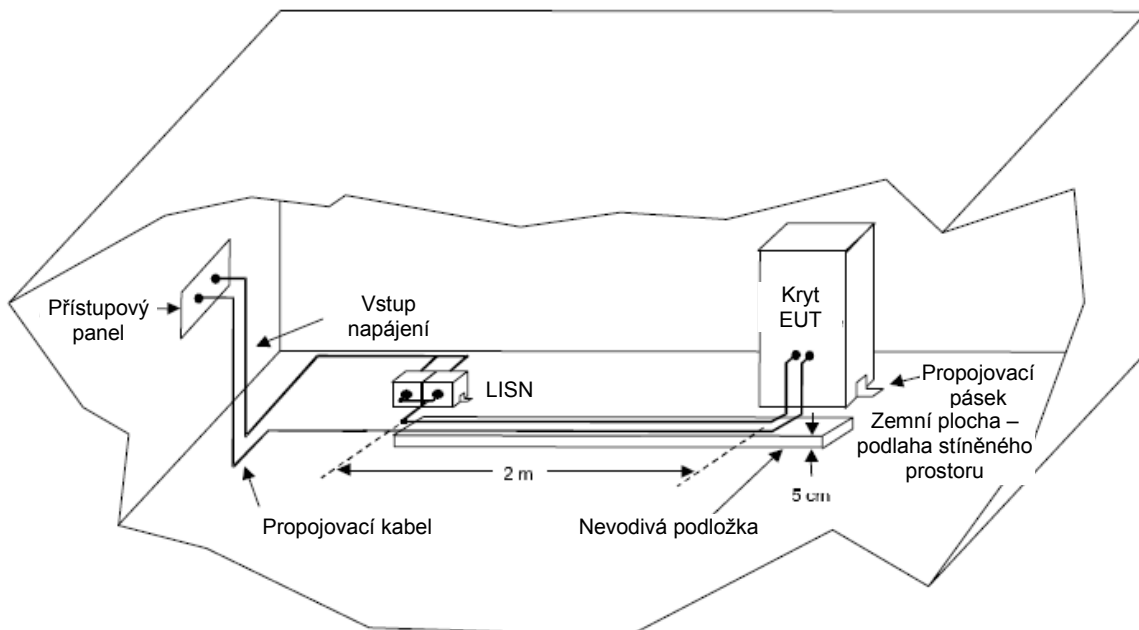
Při velkém množství používaných kompozitních materiálů není možno určit obecnou hodnotu povrchové vodivosti. Typický odpor karbonového kompozitního materiálu je asi 2 000× vyšší než u hliníku. Skutečnou hodnotu odporu je nutno získat od dodavatele instalace a použít při zkoušce.



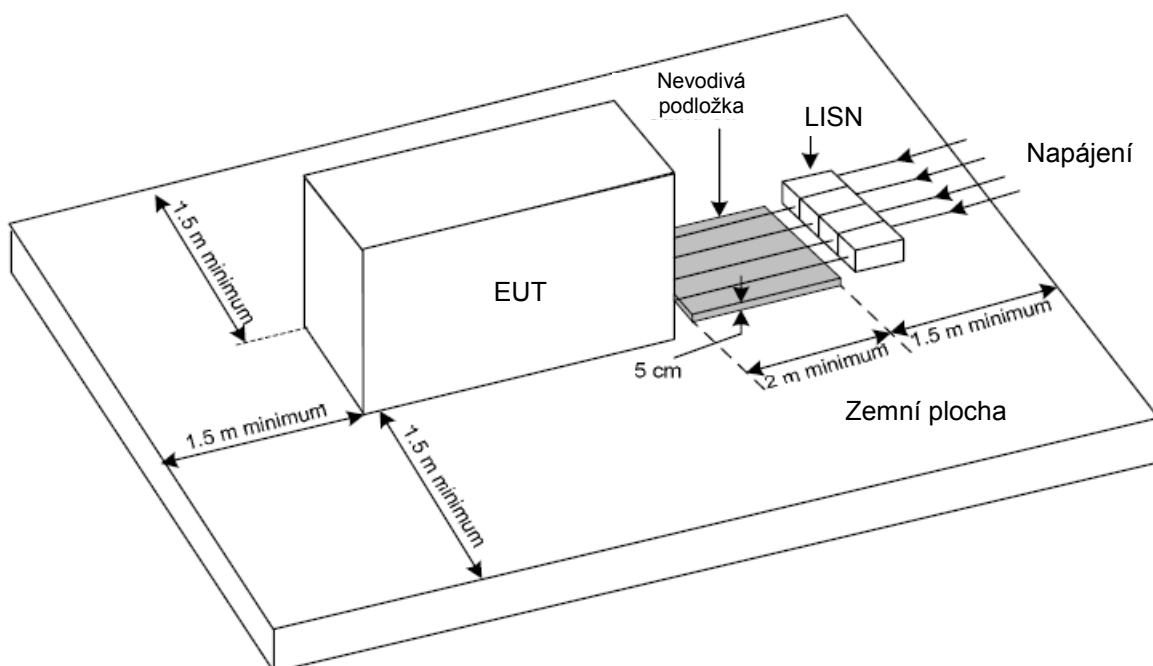
OBRÁZEK 501-3 – Uspořádání zkoušky zařízení určeného k instalaci na vodivý povrch



OBRÁZEK 501-4 – Uspořádání zkoušky zařízení určeného k instalaci na nevodivý povrch



OBRÁZEK 501-5 – Uspořádání zkoušky se zařízením volně umístěným ve stíněném prostoru



OBRÁZEK 501-6 – Uspořádání zkoušky s volně stojícím zkoušeným zařízením

8.6.6.6 Impedance napájecího zdroje

Pokud není uvedeno jinak, musí se impedance napájecího zdroje pro zkoušené zařízení u všech zkoušek tohoto dokumentu upravit impedanční stabilizační sítí napájení (LISN). LISN se nesmí použít při měření výstupních silových vodičů.

LISN se musí umístit na výstupních vodičích napájecího zdroje podle specifikace uvedené v článku 8.6.6.8.6.2. Obvody LISN se musí zapojit podle schématu uvedeného na obrázcích 501-7 a 501-8. Charakteristické impedance LISN musí odpovídat grafům na obrázcích 501-9 a 501-10. Impedance LISN se musí měřit každý rok způsobem uvedeným v článku 8.6.6.11 za následujících podmínek:

- Impedance se musí měřit mezi napájecím výstupním vodičem na straně zátěže a kovovým krytem LISN.
- Výstup měřeného signálu LISN musí být zakončen impedancí 50 Ω .
- Vstupní napájecí svorky LISN musí být nezakončené.

Naměřené výsledky impedance se musí uvést v protokolu o zkoušce elektromagnetické interference (EMITR).

Diskuse: Impedance je normalizovaná, aby reprezentovala impedance očekávané při skutečné instalaci a zajistila stejné výsledky při měření v různých zkušebních laboratořích. Účelem těchto zařízení bylo určit podíl proudového generátoru v modelu Nortonova proudového zdroje. Pokud je impedance zdroje interference známá, je možno analyticky definovat interferenční potenciál zdroje pro konkrétní okolnosti instalace. Pro měření impedance částí modelu zdroje, nebyly nikdy stanoveny žádné požadavky. Důležitějším problémem při uspořádání je měření vlivu síťového filtru. Optimální filtry se navrhují na základě znalostí impedance zdroje

a zátěže. Významně odlišný bude návrh filtru pro zatěžovací kapacitu $10 \mu\text{F}$ oproti impedanci zátěže na obrázku 501-9.

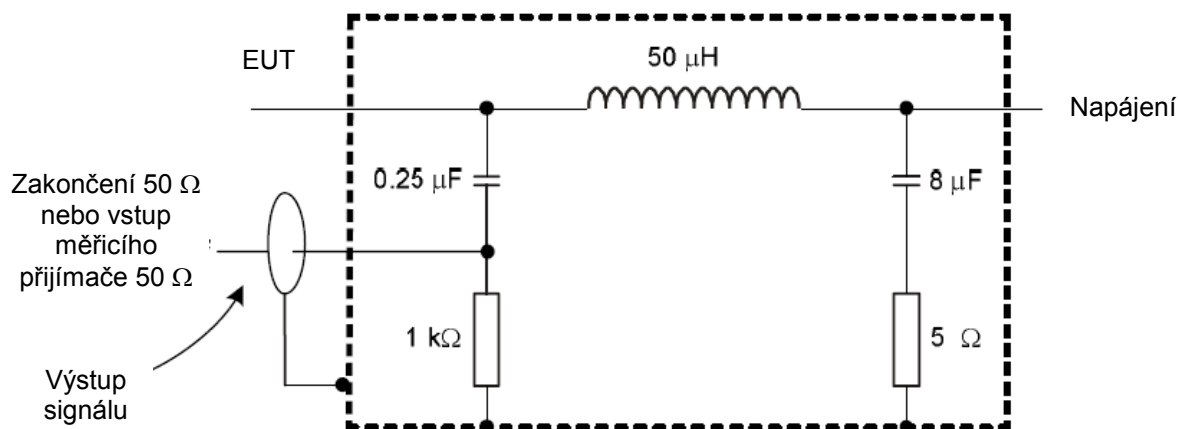
LISN se nepoužívá pro výstupní napájecí vodiče. Měření vedených emisí pomocí LISN se provádí na vstupních napájecích vodičích, protože zkoušené zařízení používá napájecí rozvodnou síť, která je společná pro mnoho dalších zařízení a samotné zkoušené zařízení nesmí kvalitu napájecího zdroje snižovat. Pokud je zkoušené zařízení samo napájecím zdrojem, nastává zcela jiná situace, protože požadované elektrické charakteristiky jsou dány definovanými požadavky na kvalitu napájení. Výstupní napájecí vodiče se musí zakončit vhodnou elektrickou zátěží, která vytváří potenciálně nejvyšší hodnoty emisí a charakteristiky susceptibility.

Konkrétní uspořádání LISN je specifikováno z několika důvodů. Pro určení typické impedance napájecí sítě stíněných prostorů byla provedena celá řada měření s různými typy zdrojů se síťovými filtry i bez filtrů a s různými metodami řízení impedance. Pro účely norem byla specifikována impedanční křivka v kmitočtovém pásmu 30 Hz až 100 MHz. Tato skutečnost umožňuje měřicím laboratořím dosáhnout požadované impedance různými vhodnými prostředky. Experimenty ukazují, že neexistují žádné jednoduché způsoby jak dosáhnout požadovanou impedanci v celém kmitočtovém rozsahu.

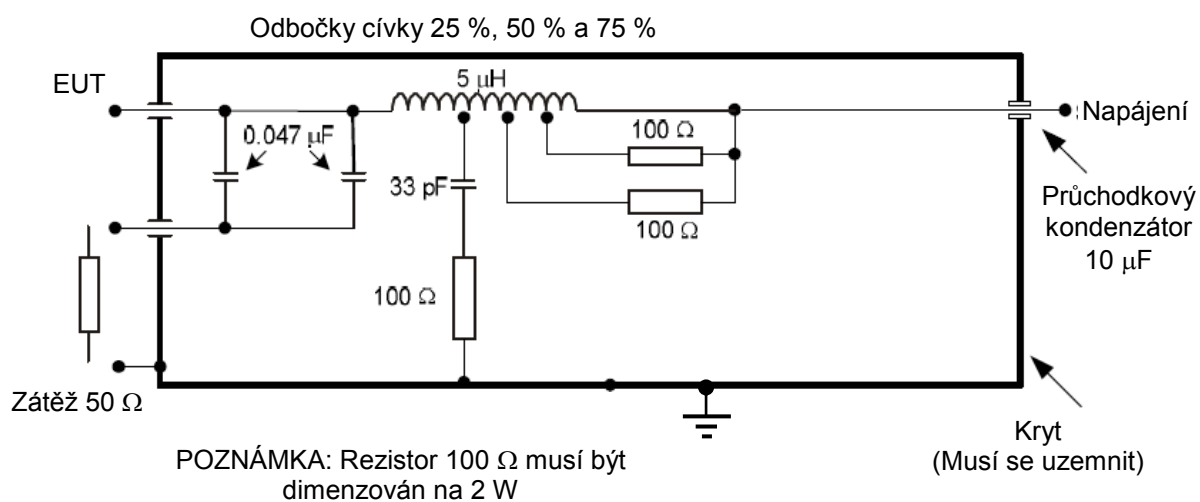
Pro standardní hodnoty impedance od kmitočtu 10 kHz, byla zvolena specifická LISN $50 \mu\text{H}$ viz [10]. V minulosti běžně používaná LISN $5 \mu\text{H}$ zajišťovala jen malou možnost regulace impedance v rozsahu pod 100 kHz, ale z důvodů potřeby měření v kmitočtovém rozsahu nad 10 MHz, se tyto sítě stále používají vzhledem k stabilitě LISN $50 \mu\text{H}$ na vyšších kmitočtech, viz obrázky 501-8 a 501-10. Zajištění stabilní impedance na kmitočtech nižších než 10 kHz je velmi obtížné. Při vyhodnocování několika uspořádání LISN $50 \mu\text{H}$, ukázala jedna z nich výborné celkové parametry pro různé filtry používané ve stíněných prostorech. V okolí 10 kHz se vliv indukčnosti $50 \mu\text{H}$ a kondenzátoru $8 \mu\text{F}$ neuplatní a LISN tvoří pouze odporová zátěž 5Ω mezi napájecími vodiči.

Použití nesymetrického zapojení LISN je důležité z normalizačních důvodů. V některých aplikacích se může jevit vhodné použití alternativní LISN, když charakteristiky běžné LISN nereprezentují skutečnou instalaci a obvody zkoušeného zařízení by byly nepříznivě ovlivněny. Mohou se např. vyskytnout problémy se stabilitou spínaných zdrojů a impedancí napájecích zdrojů z hlediska rozvodné sítě. Indukčnost $50 \mu\text{H}$ v LISN představuje indukčnost napájecí rozvodné sítě o délce přibližně 50 m. U větších zařízení, jako jsou např. lodě nebo dopravní letadla, tento model celkem dobře simuluje skutečnou instalaci. U techniky s menšími rozměry, jako jsou např. bojová letadla, je skutečná hodnota indukčnosti podstatně menší než $50 \mu\text{H}$ a mnohem vhodnější je použití LISN $5 \mu\text{H}$.

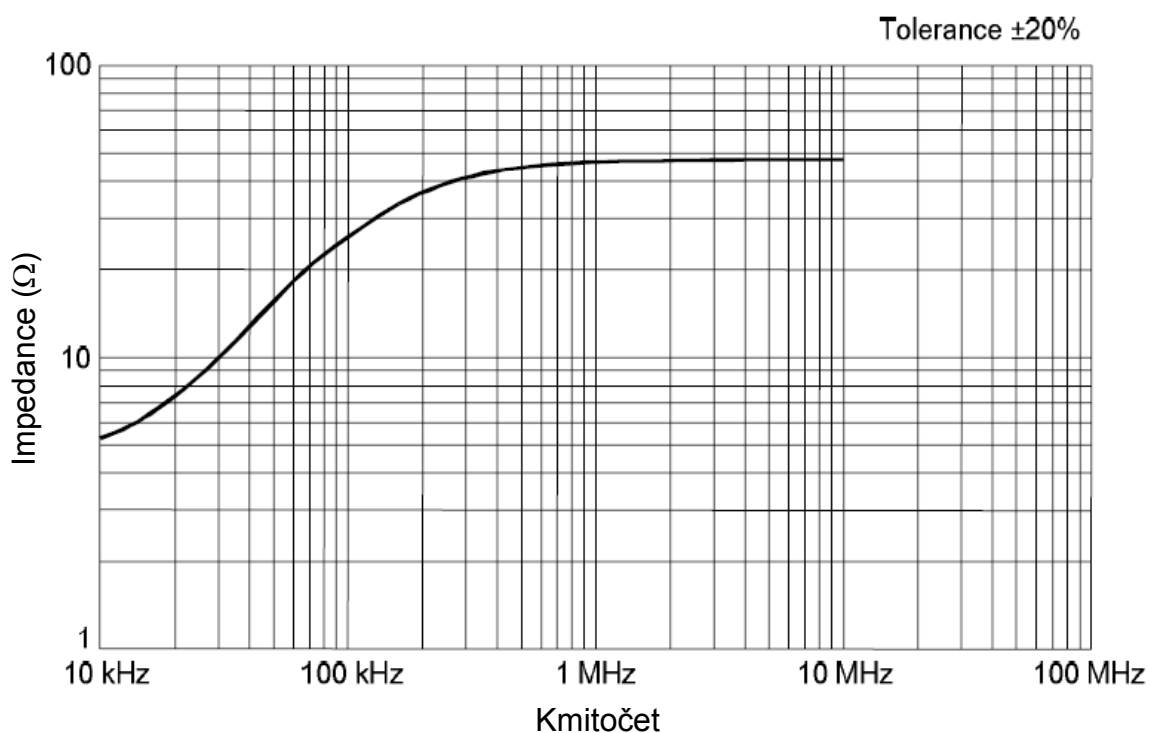
LISN $50 \mu\text{H}$ je nutná v případě napájecích systémů s pracovním kmitočtem 400 Hz. Některé existující LISN nemají součástky vhodné pro použitý ztrátový výkon. Např. v případě napětí 115 V a 400 Hz prochází kondenzátorem $8 \mu\text{F}$ a rezistorem 5Ω přibližně 2,5 A, což znamená, že rezistor se musí dimenzovat minimálně na 26,5 W.



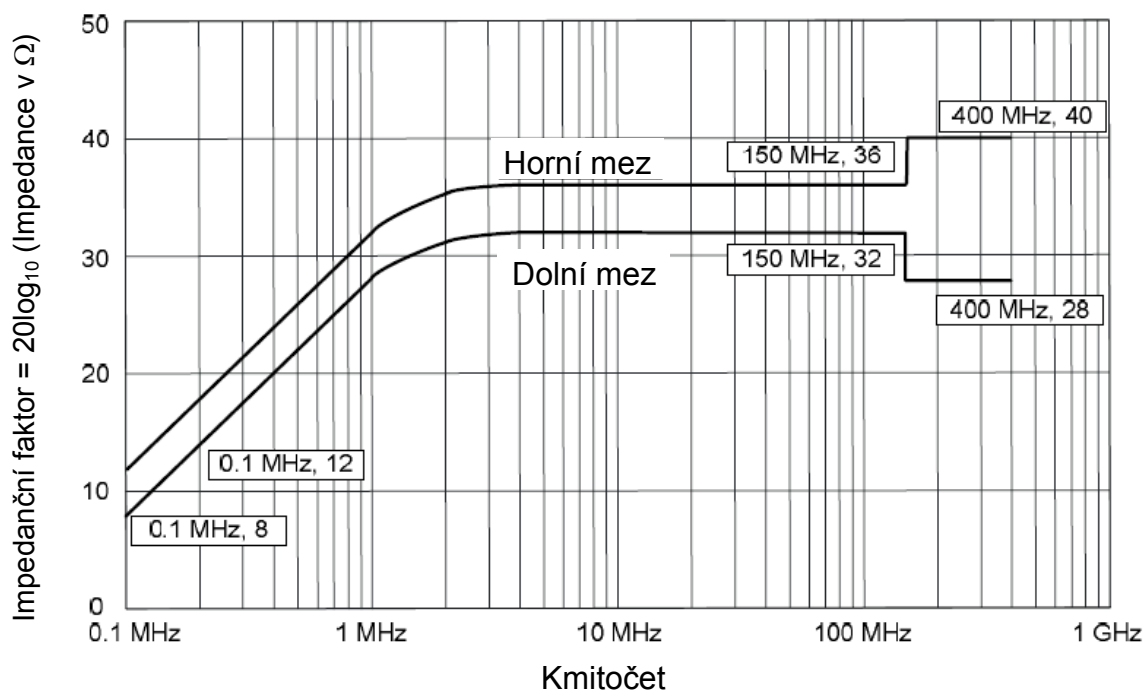
OBRÁZEK 501-7 – Typické schéma LISN 50 μH



OBRÁZEK 501-8 – Typické schéma LISN 5 μH



OBRÁZEK 501-9 – Impedance LISN 50 μ H



OBRÁZEK 501-10 – Impedance LISN 5 μ H

8.6.6.7 Předběžná bezpečnostní opatření

Diskuse: Požadavky uvedené v tomto dokumentu pokrývají důležitou oblast, která se vztahuje ke zlepšení integrity a bezpečnosti tam, kde je to nutné. Existuje celá řada dalších oblastí, kde se mohou vyskytnout při zkouškách obtíže. Některé z nich jsou popsány v následujících odstavcích.

Je zřejmé, že pokud je stínění v konektoru stíněného kabelu přerušené nebo zlomené, dochází při měření k záznamu nesprávných hodnot. Existují také případy, kdy se přeruší nebo oddělí střední vodič koaxiálního kabelu. Integritu kabelů je nutno ověřovat pravidelnou kontrolou. Při měření vysokých kmitočtů je nutno používat zvláštní kabely s malým útlumem. Kabely se musí pro zajištění správné funkce ověřovat v širokém kmitočtovém rozsahu měření. Při zpracování výsledků měření je nutno mimo jiné započítat i útlum způsobený měřicími kabely.

V případě měření emisí při kmitočtech nižších než asi 10 kHz, je třeba postupovat opatrně, aby mezi přístroji nedošlo k vytvoření zemních smyček, které mohou způsobovat nesprávné výsledky měření. Doporučuje se zemnění do jednoho bodu. Obvykle je nutno mezi měřicím přístrojem a dalším příslušenstvím použít oddělovací transformátor. Zemnicí bod obvykle tvoří přístupový (průchozí) panel stínicího krytu. Ovšem v případě, kdy použitý měřicí převodník vyžaduje elektrické spojení se stíněním měřicího prostoru (např. protiváha prutové antény), je nutné, aby měřicí koaxiální kabel procházel přístupovým stínicím panelem bez uzemnění, protože by se tím narušila integrita stínění měřicího prostoru. Protože integrita stíněného prostoru je v takovém případě kompromisem, musí se zemnění do více bodů uspořádat pro nejnižší možný kmitočet.

Výhodnější než procházet měřicím kabelem přes stínicí panely bez uzemnění, je pro videosignál použití izolačního transformátoru 50Ω , který se může připojit k uzemněnému RF konektoru na přístupovém panelu uvnitř měřicího prostoru. Běžné připojení měřicího přijímače se provádí uzemněným konektorem mimo měřicí prostor. Tento způsob zabrání vytváření zemních smyček bez narušení integrity stínění měřicího prostoru. Při vyhodnocení výsledků se musí započítat útlum izolačního transformátoru. Tato zařízení jsou vhodná typicky do kmitočtů kolem 10 MHz.

Pokud se používají izolační transformátory, mohou se při napájení zkoušeného zařízení spínanými zdroji vyskytnout problémy. Řešením je použití dostatečně dimenzovaných transformátorů. Doporučuje se použít transformátory, které jsou dimenzovány na 5krát vyšší hodnoty proudu než jsou provozní.

Při použití tranzistorových zdrojů bylo zjištěno, že při zkouškách susceptibility na vyzařované emise dochází k jejich výpadku. Doporučuje se tedy umístit takové zdroje mimo stíněný měřicí prostor.

8.6.6.7.1 Měřicí příslušenství

Měřicí příslušenství, které se používá ve spojení s měřicími přijímači, nesmí narušovat integritu měření.

Diskuse: Měřicí přijímače jsou obvykle navrženy tak, aby nevytvářely elektromagnetické pozadí v případě, že jsou umístěny uvnitř stíněného měřicího prostoru. Ovšem nutné měřicí příslušenství a pomocná zařízení, jako jsou počítače,

osciloskopy, kreslicí zařízení nebo další přístroje používané při měření, mohou způsobovat problémy. Jejich použití může ovlivnit signály vedoucí z měřicího přijímače přes různá nesprávně připojená rozhraní, nebo mohou vlastním provozem zvyšovat rušivé elektromagnetické pozadí. Je dokonce známo, že výsledky měření mohou ovlivnit i pasivní zařízení, jako jsou např. sluchátka.

Doporučuje se umístit veškerá pomocná zařízení a příslušenství mimo stíněný měřicí prostor, s výjimkou měřicích převodníků (anténa nebo proudová sonda). Správné umístění měřicího příslušenství zajistí, že při zjišťování emisí se budou měřit pouze emise zkoušeného zařízení a splní se požadavky uvedené v článku 8.6.6.4 na okolní elektromagnetické pozadí při měření. Pokud je nutné měřicí příslušenství umístit do měřicího prostoru nebo pokud se měření provádí mimo stíněný prostor, je nutno měřicí přijímač a příslušenství umístit co nejdál od měřicího převodníku a zkoušeného zařízení.

8.6.6.7.2 Nepovolané osoby a nadbytečné příslušenství

Ve zkušebním prostoru se mohou pohybovat pouze osoby, které jsou určeny k provádění zkoušek. Ze zkušebního prostoru se musí odstranit veškeré zařízení, které není potřebné k provádění jednotlivých zkoušek, jako jsou pomocná zařízení, kabely a stoly.

Diskuse: *Nepovolané osoby a nepotřebná zkušební elektrická i mechanická zařízení, jako jsou stoly nebo kabelové rošty, umístěná ve zkušebním prostoru, mohou mít vliv na výsledky měření. Zvláště při měření vyzařovaných emisí musí všechny osoby opustit prostor měření, ze kterého se navíc musí odstranit veškerá nepotřebná zařízení. Každý objekt umístěný v měřicím prostoru může významně ovlivnit emise nebo rozložení stojatého vlnění a tedy i výsledky měření. Tento vliv může zmírnit použití absorpčního materiálu pro RF kmitočty. Absorpční materiál není prakticky účinný na kmitočtech nižších než 80 MHz.*

8.6.6.7.3 Saturace

Měřicí přijímače a převodníky jsou zařízení, u kterých může dojít k překročení povolených vstupních úrovní (saturaci vstupních obvodů) jedná se zvláště o měřicí přijímače bez preselektorů a aktivní převodníky. Při měření je třeba pravidelně kontrolovat, zda u těchto zařízení nedochází k saturaci vstupních obvodů. Optimální vstupní úrovně je třeba u výše uvedených zařízení zajistit vhodným nastavením nebo použitím pomocných prvků.

Diskuse: *Saturace se zjišťuje velmi obtížně, pokud není zařízení vybaveno indikací. Obvykle se saturace indikuje rozsvícením LED diody nebo hlášením na monitoru.*

Saturaci obvykle způsobují dva druhy signálu. Úzkopásmové signály jako jsou např. sinusové průběhy, mohou saturovat vstupní obvody měřicího přijímače nebo aktivního převodníku. Typickým postupem pro odstranění problému je nastavení vnitřního útlumového členu měřicího přijímače tak, aby detekované napětí, které představuje úroveň emisí, spadalo do dynamického rozsahu přijímače. Problémy se saturací vstupních obvodů přijímače úzkopásmovými signály se normálně při správném nastavení objeví pouze v případě, že emise významně přesahují povolené mezní hodnoty. Saturace se mnohem častěji vyskytuje v případě, kdy se měřicí přijímač používá jako monitor při zkouškách susceptibility.

Saturace způsobená impulzními signály se širokopásmovým obsahem může mít mnohem vážnější následky. Problémy jsou mnohem častější ve vstupních obvodech zařízení bez přeladování šířky pásma. Příkladem jsou předzesilovače prutových antén a spektrální analyzátory bez preselektorů. Vstupní obvody musí zpracovat energii velké části kmitočtového rozsahu. Preselektory obsahují přeladitelné rozmítané filtry, které omezují kmitočtový rozsah a tím i energii přiváděnou na vstupní obvody měřicího přijímače.

Pokud je měřicí přijímač saturován úzkopásmovými i impulzními signály, je nutno v prvním stupni přijímače použít interní útlumový člen 10 dB (před směšovačem) nebo zařadit před měřicí přijímač externí útlumový člen. Pokud v tomto případě k saturaci nedojde, sledovaný výstup se rovnoměrně sníží o 10 dB.

Podmínky saturace aktivních antén jsou popsány v dokumentaci dodávané s anténou. V případě úzkopásmových signálů je indikovanou úroveň třeba sledovat s ohledem na pokyny výrobce. Také pro impulzní signály jsou většinou úrovně uvedeny; i když tyto úrovně nejsou příliš užitečné, protože se obvykle vychází z předpokladu, že anténa má v celém provozním kmitočtovém pásmu rovnou charakteristiku. Ve skutečnosti má impulzní pole na různých kmitočtech různou úroveň a obvody antény provádějí integraci spektrálního obsahu přijímaného signálu. Nejčastěji se používá aktivní prutová anténa. Saturaci je možno zjistit snížením délky prutu a sledováním změn výstupního napětí. Pokud k saturaci nedochází, musí se úroveň snížit asi o 8 dB (při zmenšení délky antény na 30 % její původní délky). Skutečná změna u antén různých výrobců závisí na provedení teleskopického systému a je možno ji určit za použití signálu, který zaručeně nezpůsobuje saturaci obvodů antény.

8.6.6.7.4 Nebezpečí úrazu RF energií

Při některých zkouškách uvedených v tomto dokumentu se generuje elektromagnetická energie, která může způsobit úraz. V místě, kde se zdržuje obsluha, nesmí být překročeny povolené mezní hodnoty expozice uvedené v NV 291/2015 Sb [24]. „Nařízení vlády ze dne 5. října 2015 o ochraně zdraví před neionizujícím zářením“. Pro ochranu obsluhy před nebezpečím úrazu RF energií je nutno dodržovat bezpečnostní předpisy a používat ochranné pomůcky a zařízení.

Diskuse: *Při některých zkouškách susceptibility na vyzařované emise, konkrétně NRS02, NRS03 a NRE03, může intenzita elektromagnetického pole překročit povolené hodnoty expozice. Při těchto zkouškách se musí provést opatření, aby nedošlo k ohrožení obsluhy. Monitorování zkoušeného zařízení během zkoušky může vyžadovat zvláštní techniku, jako jsou např. dálkově připojené displeje umístěné mimo zkušební prostor nebo uzavřené TV okruhy, která odpovídajícím způsobem chrání obsluhu.*

8.6.6.7.5 Úrazy elektrickým proudem

Některé zkoušky vyžadují použití vysokých úrovní napětí. V takovém případě se musí provést školení obsluhy a vyžadovat důsledné dodržování bezpečnostních předpisů. Kondenzátory v LISN vytvářejí vzhledem ke kostře malou impedanci, pokud nejsou správně uzemněny. Z tohoto důvodu se musí veškeré LISN a ostatní zařízení před připojením k napájecímu napětí správně spojit se zemí.

Diskuse: V případě použití nebezpečného napětí se vyžaduje vypracování bezpečnostních předpisů a školení obsluhy pro minimalizaci výskytu nehod. Pokud se to požaduje, musí se přednostně používat továrně vyráběná zařízení. Pokud nejsou taková zařízení dostupná, musí zkušební laboratoř vypracovat odpovídající bezpečnostní pravidla a provést školení zkušebnímu personálu. Zvláštní pozornost je nutno věnovat zkoušce NSC06, protože elektronické obvody jsou pro účely zkoušky záměrně odděleny od zemní plochy.

8.6.6.7.6 Omezení při vysílání

Některé zkoušky vyžadují vysoké úrovně generovaných signálů, které mohou rušit normální telekomunikační provoz a služby. V takovém případě se musí zkoušky provádět ve stíněném prostoru. Pokud je nutno provádět zkoušky na otevřeném měřicím místě (OATS), je nutno požádat o povolení ČTÚ.

Diskuse: Zkoušky susceptibility na vyzařované emise NRS02 a další zkoušky produkují signály, které mohou rušit telekomunikační provoz. Toto je jeden z důvodů, proč je nutno tyto zkoušky provádět ve stíněném prostoru.

8.6.6.8 Uspořádání zkoušeného zařízení

Zkoušené zařízení se musí uspořádat tak, jak je uvedeno v obecném uspořádání zkoušek na obrázcích 501-2 až 501-6. Toto uspořádání se musí dodržet při všech zkouškách, pokud není u některých zkoušek uvedeno jinak.

Diskuse: Důraz se klade na zachování specifikovaného uspořádání při všech zkouškách, pokud není v některých konkrétních případech uvedeno jinak.

8.6.6.8.1 Představitel zkoušeného zařízení

Hardware a software zkoušeného zařízení musí být reprezentativní pro všechny výrobky, které zkoušené zařízení představuje. Software může obsahovat dodatečné funkce pro diagnostické účely.

Diskuse: Je důležité, aby zkoušený hardware a software byl stejný jako ten, který se bude skutečně používat. Některá zařízení se zkouší v předvýrobní fázi a obsahují obvodové desky, které v konečném výrobku nebudou, nebo se používá software, který není v konečné verzi. Je otázkou jaký vliv na vlastnosti EMC budou mít odlišnosti provedené u zkoušeného a konečného zařízení. Analytický rozbor tohoto problému je obvykle velmi obtížný.

8.6.6.8.2 Propojování zkoušeného zařízení

Propojování jednotlivých částí zkoušeného zařízení nebo jeho připojování k zemní ploše se musí provádět způsobem, který je uveden v jeho návodu k použití. Pokud se požadují propojovací pásky, musí se použít takové typy, které se budou používat v konečné instalaci.

Diskuse: Elektrické propojení jednotlivých částí zkoušeného zařízení je důležitým aspektem při simulaci konečné instalace. Odpovídající propojení je obvykle jednou z prvních věcí, která se při instalačních problémech kontroluje. Elektrické propojení ovlivňuje nesymetrické napětí, které se vytváří mezi zařízením a zemní plochou. Napěťové potenciály, které ovlivňují zařízení, se objevují mezi propojovacími rozhraním při zkouškách susceptibility, kdy je zařízení vystaveno RF namáhání.

Napětí se vytváří také vlivem činnosti vnitřních obvodů a přispívá k celkovému profilu vyzařování. Je tedy důležité, aby uspořádání zkoušky simulovalo co možná nejvíce reálnou instalaci, aby výsledky co nejvíce odpovídaly skutečným podmínkám při provozu.

8.6.6.8.3 Rázy a vibrace

Upevnění zkoušeného zařízení se při zkoušce musí provádět včetně tlumicích prvků proti rázům a vibracím, pokud se použijí při konečné instalaci. Propojovací pásky používané pro spojení s montážní základnou se musí připojit k zemní ploše. Pokud se zemnění s montážní základnou nepředpokládá, nesmí být zemnicí pásky použity ani při uspořádání zkoušky.

Diskuse: *Při přípravě zkoušky je nutno uspořádat zařízení včetně mechanických tlumicích prvků použitých při konečné instalaci. Pro uspořádání tlumicích prvků jsou použitelné informace uvedené v článku 8.6.6.8.2, i když vliv na výsledky zkoušek je podstatně větší. Pevné spojení zkoušeného zařízení se zemní plochou může na zkoušených kmitočtech vytvářet menší hodnoty impedance než zemnění použité při konečné instalaci. Propojovací pásky používané spolu s tlumicími prvky představují významné impedancena kmitočtech menších než desítky kHz. Nesymetrická napětí spojená s těmito impedancemi jsou obecně vyšší než v případě pevného spojení se zemní plochou. Je tedy možno očekávat podstatný vliv na výsledky zkoušky.*

8.6.6.8.4 Ochranné zemnění

Pokud se při konečné instalaci z ochranných důvodů používají vnější svorky, konektorové kontakty nebo zemnicí vodiče, musí se při zkoušce spojit se zemní plochou. Uspořádání a délka se provádí podle požadavků uvedených v článku 8.6.6.8.6.1. V případě, že to vyžaduje instalační návod, musí se použít kratší délky.

Diskuse: *Ochranné zemnění používané uvnitř zařízení může být při zkouškách EMI zdrojem problémů. Pokud je ochranné zemnění připojeno ke krytu zařízení, je možné očekávat velmi nízké potenciály vzhledem k zemní ploše, které neovlivňují zkušební výsledky. Některé vodiče v zařízení jsou ovšem dostatečně dlouhé na to, aby vytvářely vazby s obvody, které produkují emise. Také ochranné vodiče mohou vést signály indukované z vnějších zdrojů a emitovat je uvnitř zařízení. Musí se tedy ochranné zemní vodiče uvažovat jako ostatní vodiče.*

8.6.6.8.5 Orientace zkoušeného zařízení

Zkoušené zařízení se musí orientovat tak, aby povrch, nebo strana, která produkuje maximální úroveň vyzařovaných emisí anebo vykazuje susceptibilitu na vyzařované emise, byla natočena směrem k anténě. Pokud je zkoušené zařízení umístěno na měřicím stole nebo lavici, musí být uspořádáno tak, aby jeho hranice byly 100 ± 20 mm od hrany zemní plochy a byl tak vytvořen prostor pro uspořádání kabelů, které je uvedeno v dalším popisu.

Diskuse: *Určení vhodných povrchů nebo stran je obvykle velmi důležité. Spojovací plochy krytů, které jsou vodivě propojeny nebo jsou opatřeny stínícím těsněním, velmi málo přispívají k celkovému vyzařování a při řešení EMI problémů mají malou prioritu. Hlavními zdroji vyzařování jsou displeje, ventilační otvory a prostupy kabelů.*

V některých případech může být nutné ověřit kryty zařízení sondou blízkého pole a podle toho rozhodnout o orientaci zkoušeného zařízení vzhledem k anténě.

Předchozí verze národních vojenských standardů specifikují ověřování strany s nejvyššími hodnotami vyzařovaných emisí a susceptibility na vyzařované emise pomocí smyčkové antény. Zkušební antény se umísťovaly ve vzdálenosti 1 m od inkriminované strany. Tyto podmínky se v této normě neobjevují z důvodu obtížnosti splnění těchto požadavků a toto ověřování se často neprovádělo. Při použití sondy se předpokládalo prověřování v celém kmitočtovém pásmu a při různém nastavení zkušební sondy. Tyto aktivity neumožňovaly způsob, který by pokryl všechna fyzická místa v celém kmitočtovém rozsahu. Kompletní skenování kmitočtového pásma se může provádět při konkrétním pevném umístění sondy a její pohyb se může zase provádět pouze při nastavení určitého pevného kmitočtu. Podrobné požadavky na použití různých poloh měřicích antén a specifické požadavky na jejich umístění při provádění zkoušek NRE02 a NRS03 eliminuje nutnost používání zkušebních sond.

8.6.6.8.6 Konstrukce a uspořádání kabelů zkoušeného zařízení

Sestavy elektrických kabelů musí simulovat skutečnou instalaci a použití. Stíněné kabely nebo vodiče (včetně napájecích a zemnicích) se musí použít pouze v případě, že jsou předepsány v instalačním návodu. Vstupní napájecí kabely (primární), zpětné a zemnicí vodiče se nesmí stínit.

Provedení kabeláže je nutno zkontrolovat podle instalačního návodu a ověřit, zda splňuje instalační podmínky, zvláště co se týče kroucených párů, stínění a stíněných zakončovacích prvků. Podrobnosti o použitých typech kabelů je nutno specifikovat ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP).

Diskuse: *Pro většinu zkoušených zařízení jsou požadavky elektrických rozhraní uvedeny v jejich specifikacích nebo příslušných dokumentech. Pro zajištění vhodné instalace z hlediska funkce a požadavků na elektromagnetickou kompatibilitu, je nutná dohoda mezi výrobcem a organizacemi pro systémovou integraci. Z hlediska použití zkoušeného zařízení k různým účelům a v různých způsobech instalace je nutné, aby specifikace zařízení splňovaly požadavky rozhraní, nebo aby výrobce specifikoval potřebná doporučení v příslušné dokumentaci.*

Výrobce zařízení často prohlašuje, že problémy při zkouškách EMI nejsou způsobeny jeho zařízením anebo, že jsou snadno odstranitelné umístěním stínění na kabely příslušného rozhraní. Vysoké úrovně vyzařovaných emisí jsou často způsobeny vnitřními obvody zařízení, ke kterým je připojena kabeláž, která simuluje instalační rozhraní zkoušeného zařízení. Stínění kabelů je možné pouze v případě, že bude použito také při skutečné instalaci. Když tedy není použití stíněných kabelů při instalaci doporučeno, jsou výsledky zkoušky provedené se stíněnými kabely nepoužitelné. Stíněné kabely není možno v případě některých instalací použít z důvodů velké hmotnosti a potřebné údržby. Přítomnost struktury platformy mezi kabely a anténami v místě instalace zařízení není důvodem pro použití stíněných kabelů při zkoušce, pokud nejsou při instalaci předepsány. Základním předpokladem je přítomnost stínících krytů v místě instalace.

Problémy s napájecími vodiči mohou vést k použití stínění. Při skutečné instalaci je použití stíněných napájecích kabelů velmi neobvyklé. Pokud se jedná o primární napájecí vedení, je stínění účinné pouze v případě, že je stíněné celé vedení

od jednoho konce ke druhému. Protože vedení obvykle rozvádí napájení na různá místa, není obvykle z praktického hlediska jejich celkové stínění možné. Výjimkou je situace, kdy se napájení provádí z vnitřního zdroje, který je opatřen filtrem. Pokud se navrhuje použití stíněných kabelů, je nutné při uspořádání zkoušky zkoumat, zda je toto doporučení správné. Tato situace může nastat, pokud nejsou dostupné pokyny pro instalaci. V takovém případě se nepoužívá celkové stínění. V případě jednotlivých obvodů se postupuje podle obvyklých typů rozhraní a ve sporných případech se stínění nepoužívá.

U některých zkoušek se v minulosti používala technika injektáže do kabelových svazků, kdy se celkové stínění kabelu odstranilo a zkušební signály se injektovaly přímo do nestíněných vodičů. Záměrem tohoto dokumentu je, aby se zkoušky co nejvíce přibližovaly skutečné instalaci a umístění. Pokud instalace požaduje použití celkového stínění vodičů, provádí se injektáž zkušebních signálů do celkově stíněných vodičů. Pokud akviziční orgán vyžaduje zkoušky s nestíněnými vodiči, musí se v dodavatelské dokumentaci tato skutečnost uvést zvlášť.

V některých případech, se na lodích specifikují stíněné napájecí kabely určité délky. Stínění se musí simulovat i při zkoušce. Protože v některých bodech napájecího rozvodu jsou použity nestíněné úseky, musí se i v případě zkoušek susceptibilitity na vyzařované emise použít nestíněné vodiče (delší než 2 m), které jsou umístěny paralelně s přední stranou zkušební sestavy. Při nákupu je nutno zajistit, aby se používaly kabely s úplným stíněním. Zkoušky nestíněných kabelů se nepožadují v případě zkoušek vedených emisí.

8.6.6.8.6.1 Propojovací vodiče a kabely

Jednotlivé vodiče se musí uspořádat do kabelových svazků stejným způsobem, jak tomu bude při skutečné instalaci. Celková délka propojovacích kabelů při zkoušce musí být stejná jako při skutečné instalaci. Pokud jsou kabely delší než 10 m, musí se použít kabely dlouhé nejméně 10 m. Pokud není délka kabelů při instalaci určena, musí se použít taková délka kabelů, která zajistí splnění dále uvedených podmínek. Nejméně první dva metry (s výjimkou kabelů, které jsou při skutečné instalaci kratší) každého propojovacího kabelu, spojovacího jednotlivé části zkoušeného zařízení, musí být vedeny souběžně s jeho přední stranou. Zbývající délka kabelu se musí vést do zadní části uspořádání a střídavě přeložit do svazku (cik-cak). Pokud uspořádání obsahuje více než jeden kabel, musí se jednotlivé kabely, tam kde je to možné, uspořádat tak, aby byly od sebe vzdáleny nejméně 20 mm. V případě použití stolu s kovovou zemní plochou, se musí kabely umístit nejbližší 100 mm od hrany zemní plochy a uložit na nevodivé podložky 50 mm nad zemní plochu.

Diskuse: *Znalost skutečné délky kabelů používaných při instalaci je důležitá z několika důvodů. Vazba na kmitočtech nižších než je rezonanční kmitočet, závisí na délce kabelu. Rezonanční podmínky bude představovat skutečná instalace. Také zkreslení a útlum užitečných signálů, které závisí na charakteristikách použitého kabelu a potenciální susceptibilitě obvodů rozhraní na indukované signály, se tedy bude přibližovat skutečné instalaci.*

Při střídavém překládání dlouhých kabelů do svazku (cik-cak) je výhodné nejprve natáhnout celý kabel v otevřeném prostoru a pak ho překládat na poloviny do požadované délky. Směr kabelu se při každém přeložení změní o 180°. Jednotlivé

části kabelu jsou vedeny paralelně a musí být mezi sebou vzdáleny 20 mm. Překládání kabelů je výhodnější než jejich smotání do cívky, z hlediska zachování impedance. Vzdálenost mezi jednotlivými částmi kabelu 20 mm se vyžaduje proto, aby byl celý kabel vystaven zkušebními signály z antény a snížila se vazba signálů mezi kabely. Umístění kabelu minimálně 100 mm od hrany zemní plochy zajišťuje, že pod kabelem je dostatečně velká zemní plocha. Umístění kabelu 50 mm nad zemní plochou zajišťuje normalizovanou plochu smyčky pro vazbu a kapacitu vzhledem k zemní ploše. Izolační distanční podložky představují směrování a připevňování kabelu ve skutečné instalaci v pevné vzdálenosti od struktury.

Požadavek, že první dva metry kabelu musí být při zkoušce vedeny rovnoběžně s přední stranou zkušební sestavy, zajišťuje vhodné podmínky pro zkoušky emisí a susceptibility z hlediska funkce zkoušeného zařízení. Rušivé signály vznikající ve zkoušeném zařízení, které jsou vedeny do elektrických rozhraní, budou při průchodu propojovacími kabely utlumeny, zvláště na kmitočtech, jejichž vlnová délka je ve srovnání s délkou kabelu krátká. Stejně tak budou po průchodu propojovacími kabely utlumeny i indukované signály způsobené generovanými poli při zkoušce susceptibility na vyzařované emise. Požadovaná délka 2 m, maximalizuje vliv potenciální vazby vyzařovaných emisí.

V některých vojenských aplikacích může být k podsystemu připojeno až 2 000 kabelů. V takovém případě je vhodné použít pro připojení k rozhraním stejné kabely, jaké budou použity při konečné instalaci, a není nutno provádět zkoušky jednotlivých kabelů. Ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP) je nutno tyto okolnosti uvést a musí se rozhodnout, které kabely se budou při zkušebním uspořádání používat a prověřovat.

8.6.6.8.6.2 Vstupní (primární) napájecí vodiče

Dva metry vstupních napájecích vodičů (včetně nulových a zpětných) se musí vést souběžně s přední hranou sestavy stejným způsobem, jako v případě propojovacích vodičů. Každý vstupní napájecí vodič, včetně nulových a zpětných, se musí připojit k impedanční stabilizační síti napájení LISN (viz článek 8.6.6.6). Napájecí vodiče, které jsou při skutečné instalaci uspořádány do společného svazku s propojovacími vodiči, se musí uspořádat stejným způsobem a v délce 2 m vést souběžně s hranicí měřené sestavy a pak teprve mohou být ze svazku odděleny a vedeny do LISN. Po oddělení ze svazku se musí napájecí vodiče připojit k LISN v co nejkratší vzdálenosti. Celková délka napájecích vodičů od elektrického konektoru zkoušeného zařízení k LISN nesmí přesáhnout 2,5 m. Všechny napájecí vodiče se musí umístit na izolační distanční podložky ve vzdálenosti 50 mm nad zemní plochou. Jestliže se při skutečné instalaci používají kroucené napájecí kabely, musí se použít i při zkoušce.

Diskuse: *Vhodná délka napájecích vodičů je kompromisem mezi zajištěním odpovídající délky z hlediska vazby vyzařovaných signálů a impedancí LISN. Pro udržení stálého zkušebního uspořádání se nepřipouští měnit při různých zkouškách délky kabelů. Požadavek na expozici kabelu o délce 2 m je shodný s úpravou propojovacích kabelů s ohledem na vyzařované rušení. Indukčnost vedení umístěného 50 mm nad zemní plochou je přibližně 1 $\mu\text{H/m}$. Při kmitočtu 1 MHz se jedná o impedanci asi 13 Ω , což je z hlediska požadavků LISN významná hodnota.*

Zatímco běžný požadavek je, aby nulové a zpětné vodiče byly uvnitř zařízení od kostry zařízení izolovány, v některých případech je nulový nebo zpětný vodič připojen přímo ke kostře zařízení. Pokud je zařízení elektricky spojeno s kovovou strukturou instalace a k této struktuře je také připojen nulový nebo zpětný vodič, budou zpětné proudy procházet spíše touto strukturou než vedením. V takovém případě se musí LISN použít pouze na straně napájení. V případě jiných instalací, jako jsou např. letadla, jsou nulové a zpětné vodiče uvnitř zařízení izolovány, ale jsou často připojeny ke struktuře systému mimo vlastní zařízení. Tato praxe umožňuje, pokud je to nutné, variabilní použití zpětného vodiče. Při takovém uspořádání zpětného vedení se musí LISN normálně použít pro nulové i zpětné vodiče.

Požadavky LISN normalizují impedance napájecích vodičů. Zatímco signálové a řídicí obvody jsou obvykle zakončeny specifikovanými impedancemi, nejsou impedance napájecích obvodů obvykle podrobně definovány. Požadavky LISN se mohou použít pro všechny vstupní primární napájecí vodiče. LISN není možno použít pro výstupní napájecí vodiče. Tyto vodiče musí být po dvou metrech zakončeny zátěží, která vytváří nejhorší možné podmínky. Zátěž musí zajišťovat nejvyšší možný proud zdroje.

Konstrukce napájecího kabelu mezi zkoušeným zařízením a LISN musí být v souladu s požadavky článku 8.6.6.8.6. Jestliže je např. při skutečné instalaci použita pro třífázové napájení bez zemního vodiče kroucená trojlinka, musí se stejný typ vedení použít i v případě zkoušky. Normální vedení musí být ve vhodné vzdálenosti přerušeno pro připojení impedanční stabilizační sítě napájení LISN.

8.6.6.8.7 Elektrická a mechanická rozhraní

Všechna vstupní a výstupní rozhraní musí být zakončena buď skutečným zařízením, které bude použito na místě instalace, nebo zátěží, která simuluje jeho elektrické vlastnosti na místě instalace (impedanci, zemnění, přizpůsobení atd.). Vstupní signály musí být přivedeny ke všem vstupním obvodům zkoušeného zařízení z důvodu jejich správné činnosti. Také mechanické výstupy musí být správně zatíženy. Pokud se při skutečné instalaci elektrické nebo mechanické rozhraní zatěžuje proměnnou zátěží, musí se při zkoušce použít taková zátěž, která vytváří z hlediska EMC nejhorší podmínky. Při použití aktivních zátěží (jako jsou např. zkušební soupravy) je třeba nejprve zjistit, zda tyto zátěže nejsou zdroji rušení a nezvyšují elektromagnetické pozadí podle požadavků článku 8.6.6.4. Anténní konektory zkoušeného zařízení se musí zakončit stíněnými přizpůsobenými zátěžemi.

Diskuse: *Při hodnocení funkce je nutno použít vstupní signály. Celá řada elektronických podsystémů je na platformě součástí systému s dalšími zařízeními pro zpracování analogových a digitálních signálů. Použití skutečných zařízení, připojených k rozhraní zkoušeného zařízení, které budou použity při instalaci, snižují problémy při správné simulaci rozhraní. Rozhraní musí správně pracovat i v případě přítomnosti indukovaných zkušebních signálů, které se používají při zkouškách susceptability. Požadovaného oddělení je možno dosáhnout použitím filtrů na vodičích rozhraní aktivní zátěže, stíněním zátěže nebo umístěním zařízení mimo stíněný měřicí prostor. Filtrace se musí provádět tak, aby měla co nejmenší vliv na elektrické vlastnosti rozhraní specifikované dříve. Z důvodů správné simulace, se*

musí filtrace zátěže provádět mimo kmitočtový rozsah nutný pro správnou funkci obvodů rozhraní.

Anténní konektory se zakončují zátěžemi definovanými ve všeobecných podmínkách uspořádání. Je nutno specifikovat zkušební postupy zaměřené na elektromagnetické charakteristiky anténních vstupů a výstupů a požadované úpravy uspořádání zkoušek.

8.6.6.9 Provoz zkoušeného zařízení

Při měření vyzařovaných emisí musí být zkoušené zařízení v takovém pracovním režimu, který produkuje maximální úroveň emisí. Při zkouškách susceptibility musí být zkoušené zařízení v takovém režimu, který vykazuje nejvyšší susceptibilitu na zkušební signály. Pokud zkoušené zařízení umožňuje několik dostupných provozních režimů (včetně programově ovládaných režimů), musí se zvolit takový počet režimů, který umožní zkoušky emisí a susceptibility pro ohodnocení všech obvodů. Zvolené provozní režimy se musí uvést ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP).

Diskuse: *Pro různé zkoušky je možno zvolit různé provozní režimy. Předpokladem pro maximální úroveň emisí jsou podmínky, při kterých zkoušené zařízení odebírá nejvyšší primární napájecí proud, výsledkem je pak nejvyšší aktivita obvodů rozhraní a generování nejvyšších proudů potřebných pro vnitřní hodinové signály. Nastavení radiolokátoru musí být takové, že výstupní průběh má nejvyšší možný střední výkon. Datová rozhraní se nastaví tak, aby probíhala nepřetržitá datová komunikace. Během zkoušek susceptibility se musí nastavit všechny režimy, které jsou důležité z hlediska provádění bojových úkolů.*

Hlavním předpokladem pro nejvyšší susceptibilitu je nastavení zkoušeného zařízení do takového stavu, kdy je zařízení schopno přijímat nejnižší zamýšlené signály (maximální zisk). Obrazové senzory se normálně vyhodnocují za nejpřísnějších specifikovaných podmínek. RF přijímače se normálně vyhodnocují při nastavení, kdy je možno přijímat signály s minimálním odstupem od šumu, které jsou uvedeny v technických podmínkách přijímače. Dalším předpokladem je zajištění, že elektrická rozhraní, která přijímají data, se často kontrolují z důvodu monitorování potenciálních odezev.

8.6.6.9.1 Pracovní kmitočty pro laditelná RF zařízení

Měření se musí provádět se zkoušeným zařízením naladěným nejméně na tři kmitočty v každém laděném rozsahu, ladicí jednotky nebo rozsahu pevných kanálů. Předpokládá se použití středního kmitočtu a kmitočtu $\pm 5\%$ v okolí obou konců každého kmitočtového rozsahu nebo rozsahu kanálu.

Diskuse: *Laděné obvody a obvody kmitočtové syntézy v RF zařízeních mění při nastavení na různé kmitočty své charakteristiky, jako jsou průběh, potlačení a spektrální obsah emisí. Pro získání vzorků chování zkoušeného zařízení se musí použít několik kmitočtů z pracovního kmitočtového rozsahu.*

Běžná RF zařízení pracují v několika kmitočtových pásmech nebo zajišťují několik funkcí. Příkladem je radiostanice s kmitočtovými rozsahy VHF-FM, VHF-AM a UHF-M. Další zařízení mohou pracovat ve větších kmitočtových rozsazích a mohou se podle potřeby naprogramovat pro zajištění dalších funkcí. Požadavek měření

při třech nastaveních kmitočtů v každém ladícím rozsahu, ladící jednotce nebo rozsahu pevných kmitočtů se musí splnit např. při třech pracovních funkcích, které se musí uvažovat jako samostatná pásma, i když se jedná o sousední kmitočty. Stejně tak se musí vyhodnocovat samostatně každá funkce adaptivního RF zařízení.

Každou „přidanou hodnotu“ požadavku měření při třech kmitočtech a v každém kmitočtovém pásmu je třeba zvážit s ohledem na cenu a časovou náročnost. Pro každý případ je třeba zvážit specifiku návrhu zařízení a zamýšlené funkce.

Např. při provedení zkoušky NCS01 na vysílači/přijímači s kmitočtovými pásmy VHF-FM, VHF-AM a UHF-AM by se zkouška musela opakovat minimálně 18krát. (3 kmitočty × 3 rozsahy × 2 režimy). Protože zkouška NCS01 se obecně vztahuje spíše k napájecím obvodům a zátěži než ke specifikovaným naladěným kmitočtům, nemůže mít provedení zkoušky při menším počtu podmínek podstatný vliv. Pokud se v tomto případě vyskytne problém, jedná se většinou o brum na výstupu sekundárního napájení, který se přenáší spolu s RF signálem nebo se ovlivňuje zvukový výstup přijímače. Odpovídající přístup v případě tohoto konkrétního přístroje je zkouška pouze na středních kmitočtech každého rozsahu při obou funkcích. Počet zkoušek se tak zmenší na 6 (3 kmitočty × 2 režimy).

Další požadavky se zvažují obdobně. Protože vyzařování při zkoušce NCE02 je způsobováno výhradně charakteristikami napájecího zdroje, je vhodné provádět zkoušku pouze na každém středním kmitočtu jednotlivých pásem a pouze v režimu vysílání. Při zkouškách, kdy kmitočtové pokrytí zasahuje do rozsahu pracovních kmitočtů zařízení, jako jsou např. NRE02, NCE03 a NRS02, je nutno provádět zkoušky při třech kmitočtech v každém laděném pásmu.

8.6.6.9.2 Pracovní kmitočty pro zařízení s rozprostřeným spektrem

Požadavky na pracovní kmitočty pro dva hlavní typy přístrojů s rozprostřeným spektrem jsou následující:

- a) Kmitočtový skok (hopping). Měření se musí provádět se zkoušeným zařízením nastaveným tak, aby provádění skoku obsahovalo minimálně 30 % všech možných kmitočtů. Nastavení skoku se musí rozdělit do tří stejných segmentů v nízkém, středním a vysokém pásmu pracovních kmitočtů zkoušeného zařízení.
- b) Přímá posloupnost: Měření se musí provádět v režimu, kdy zkoušené zařízení zpracovává data, která se přijímají s nejvyšší možnou přenosovou rychlostí.

Diskuse: *Je nutné, aby během zkoušky zařízení pracovalo při takových úrovních, které se budou používat v běžných polních podmínkách. Tyto režimy umožňují získat skutečný profil emisí zkoušeného zařízení během zkoušek vyzařovaných a vedených emisí a poskytují reálnou zátěž a simulaci zkoušeného zařízení během zkoušek susceptibility na vyzařované a vedené emise.*

Kmitočtový skok (hopping): Rozdělení kmitočtového skoku do celého pracovního spektra zkoušeného zařízení pomáhá zjistit závislost vnitřních obvodů na použití přesných aktivních vysílacích kmitočtů zkoušeného zařízení během zpracování celého pseudonáhodného řetězce. Rychlá doba zpracování skoku vysílače/přijímače

v poměru k použitelné době měření měřicího přijímače (viz článek 8.6.6.10.3), umožňuje zachytit reprezentativní znaky emisí zkoušeného zařízení.

Přímá posloupnost: Požadavek použití nejvyšší možné přenosové rychlosti použité při skutečném provozu zkoušeného zařízení představuje „nejhorší případ“ profilu vyzařovaných a vedených emisí. Vnitřní obvody vysílače pracují při skládání a předávání dat s nejvyšší možnou rychlostí a stejně tak při jejich rozkladu v přijímači. Dále je vysoká přenosová rychlost dat potřebná při všech zkouškách susceptibility.

8.6.6.9.3 Monitorování zkoušek susceptibility

Při zkouškách susceptibility se musí zkoušené zařízení sledovat z hlediska snižování výkonu nebo nesprávné funkce. Monitorování se obvykle provádí pomocí zabudovaných kontrolních funkcí (BIT), displejů, zvukových výstupů a dalších způsobů měření výstupních signálů a rozhraní. Monitorování funkce zkoušeného zařízení pomocí zvláštních obvodů je povoleno pouze v případě, že tyto neovlivňují výsledky zkoušek.

***Diskuse:** Při zkouškách susceptibility se musí u zkoušeného zařízení monitorovat obrazové a zvukové výstupy, diagnostické funkce a elektrická rozhraní. Otázkou je použití dodatečných monitorovacích obvodů a jejich vlivu na výsledky měření, které mohou sloužit jako body pro vstup nebo výstup elektromagnetické energie.*

Postup monitorování se musí uvést ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP) a musí obsahovat tolerance možných nepřesností procesu monitorování pro zajištění nejvyšší možné pravděpodobnosti správné funkce sledovaných oblastí susceptibility.

8.6.6.10 Použité měřicí zařízení

Potřebné měřicí zařízení a přístroje jsou v tomto dokumentu uvedeny u jednotlivých zkušebních postupů. K provádění zkoušek popsaných v tomto dokumentu je možno použít libovolný kmitočtově selektivní měřicí přijímač. Předpokladem je, že jeho technické parametry (jako je citlivost, selektivita šířky pásma, funkce detektorů, dynamický rozsah a pracovní kmitočty) odpovídají požadavkům specifikovaným v tomto dokumentu a jsou vhodné pro srovnávání výsledků s požadovanými mezními hodnotami. Typické technické parametry je možno najít v [12].

***Diskuse:** Vyrůstá počet dotazů na použití jiných přístrojů než těch, které se označují jako „měřiče intenzity pole“ nebo „EMI přijímače“. Celá řada dotazů se týká použití spektrálních analyzátorů. Tyto přístroje jsou obecně také použitelné. Záleží ovšem na typu a při jejich použití se mohou objevit potíže, které se při použití měřicích přijímačů obvykle nevyskytují. Citlivost v některých kmitočtových pásmech vyžaduje zařadit před vstup analyzátoru nízkošumový předzesilovač. Impulzní typy signálů generované zkoušeným zařízením, které obsahují velké množství harmonických složek, mohou saturovat vstupní obvody přijímače nebo předzesilovače. Je třeba provést předběžná opatření uvedená v článku 8.6.6.7.3. Tyto problémy se v případě analyzátoru obvykle řeší použitím preselektoru. Typické preselektory obsahují přeladitelné filtry, které se přeladují spolu s analyzátozem a předzesilovačem.*

Dokument [12] představuje průmyslového koordinátora požadovaných charakteristik zkušebních přijímačů. Tento dokument se používá při hodnocení parametrů přijímačů.

Celá řada zkušebních postupů vyžaduje pro zkoušky EMI velmi specializované vybavení. Takovými přístroji jsou proudové transformátory se zkušebními obvody, které vytvářejí primárně jeden závit. Jsou navrženy pro zakončení 50Ω . Proudové sondy se kalibrují pomocí přenosové impedance, dané poměrem napětí na výstupu 50Ω a proudu procházejícího sondou. Sondy s vyšší hodnotou přenosové impedance mají lepší citlivost. Tyto sondy ovšem vlivem sériové impedance přidávané do obvodu s velkým potenciálem ovlivňují úroveň elektrického proudu. Sériová impedance přidávaná sondou se určí podělením přenosové impedance počtem závitů v sekundárním vinutí sondy. Typická přenosová impedance je 5Ω nebo menší. Typická hodnota přidané sériové impedance je 1Ω nebo menší.

8.6.6.10.1 Detektor

Při měření emisí a susceptibility ve všech kmitočtových oblastech se musí používat vrcholový detektor. Toto zařízení detekuje vrcholovou hodnotu modulační obálky propustného pásma přijímače. Měřicí přijímače se kalibrují za podmínek, které odpovídají efektivní hodnotě (RMS) sinusového průběhu, který produkuje stejné vrcholové hodnoty. Pokud se při zkouškách susceptibility používají jiná zařízení, jako jsou např. osciloskopy, neselektivní voltmetry nebo širokopásmové snímače pole, je nutno pro zkušební signály použít korekční faktory, které zajistí odečet ekvivalentních efektivních úrovní vrcholových hodnot modulační obálky.

Diskuse: *Funkce vrcholového detektoru a význam výstupní hodnoty měřicího přijímače se často interpretují nesprávně. I když se zdánlivě jedná o, na první pohled, nesprávný výklad termínů „vrcholový“ (peak) a „efektivní“ (RMS), není zde žádný rozpor. Všechny používané detektory (jako jsou vrcholový, střední, intenzity pole a kvazivrcholový) zpracovávají obálku signálu, který je přítomen v mezifrekvenčním stupni přijímače (IF). Všechny výstupy se kalibrují jako odpovídající efektivní hodnoty. Pokud se na vstup přijímače přivede sinusový signál, je odpovídající obálkou v mezifrekvenčním stupni stejnosměrná úroveň (DC) a všechny detektory indikují stejnou efektivní hodnotu. Kalibrace v efektivních hodnotách je nutná z důvodu jednotnosti. Zdroje signálu se také kalibrují v efektivních hodnotách. Jestliže se na vstup přijímače přivede signál s úrovní 0 dBm ($107 \text{ dB}\mu\text{V}$), musí přijímač zobrazit hodnotu 0 dBm ($107 \text{ dB}\mu\text{V}$).*

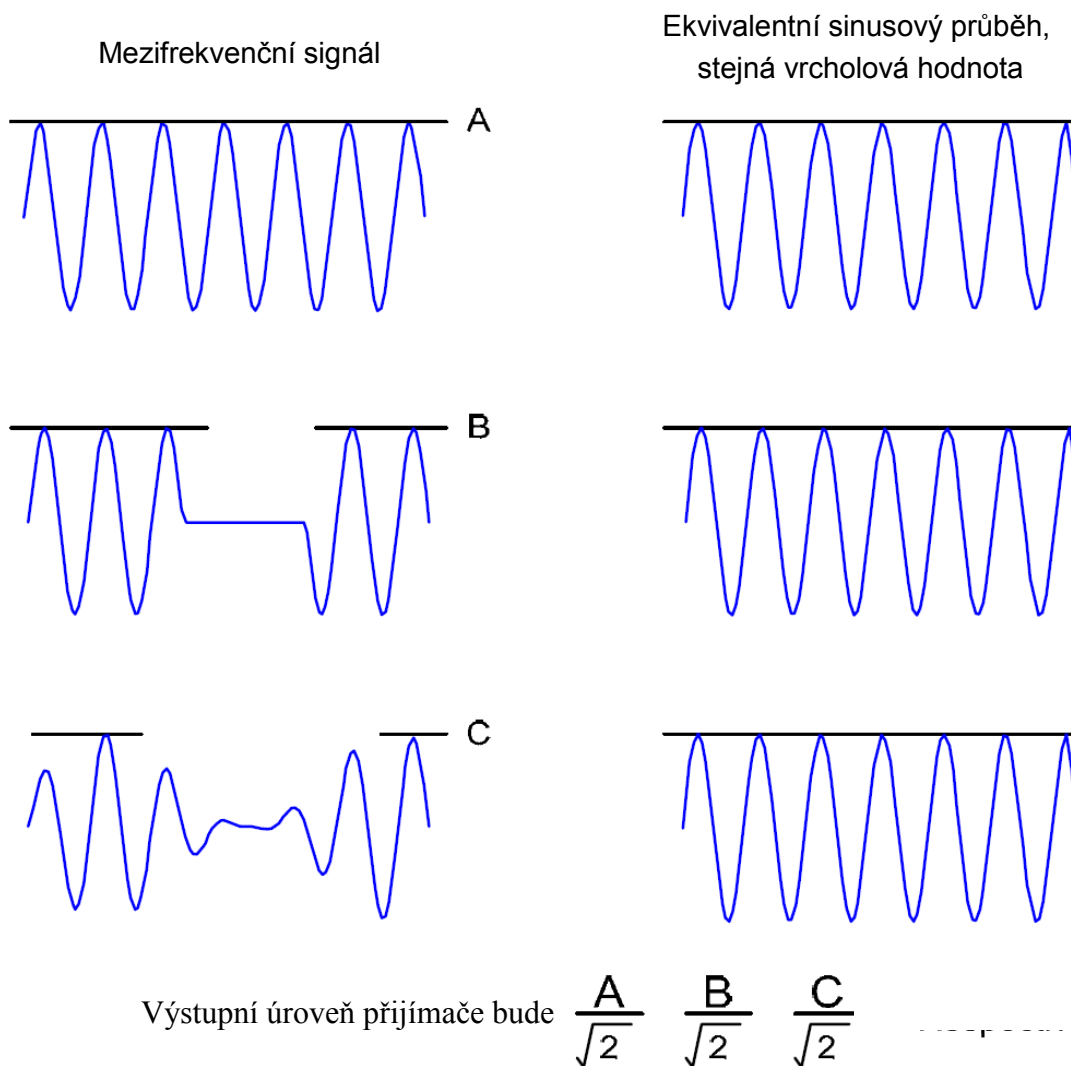
Pokud je signál přiváděný ke vstupu přijímače modulován, reagují detektory odlišným způsobem. Mezifrekvenční stupeň přijímače sleduje pouze tu část vstupního signálu, která prochází propustným pásmem mezifrekvenčního stupně. Vrcholový detektor zaznamená nejvyšší úroveň obálky mezifrekvenčního signálu a zobrazí hodnotu, která se rovná efektivní hodnotě sinusového signálu se stejnou vrcholovou hodnotou. Použití vrcholového detektoru zajišťuje, že se při jeho použití získají ty nejvyšší hodnoty vyzařovaných emisí. Detektor střední hodnoty zprůměruje modulační obálku na základě zvolené nabíjecí a vybíjecí časové konstanty.

Obrázek 501-11 ukazuje výstup vrcholového detektoru při použití několika modulovaných průběhů. Předmětem zájmu je fakt, že u obdélníkových signálů, které se mohou považovat za impulzní typ modulace, se může uvažovat, že přijímač bude

zobrazovat efektivní hodnotu impulzu. Impulzní signály se často specifikují pomocí vrcholového výkonu. Efektivní hodnota signálu je odvozena z výkonu a přijímač, který používá vrcholový detektor, vlastně zobrazuje vrcholový výkon.

Všechna měření v kmitočtové oblasti jsou normalizována s ohledem na použití přijímače s vrcholovým detektorem. Pokud se tedy použije přístroj, který neobsahuje vrcholový detektor, musí se pro konkrétní signál použít korekční faktory. Při použití osciloskopu se efektivní hodnota vrcholu modulační obálky modulovaného sinusového signálu získá tak, že se maximální hodnota měřená od stejnosměrné úrovně podělí číslem 1,414 (odmocnina ze dvou).

Korekční faktory jiných zařízení je možno získat vyhodnocením odezvy přístroje na signál se stejnou vrcholovou úrovní s modulací a bez modulace. Např. korekční faktor širokopásmového snímače pole se určí následovně. Snímač se umístí do nemodulovaného pole a odečte se naměřená hodnota. Použije se požadovaná modulace pole zajišťující, že naměřená vrcholová hodnota bude stejná jako u nemodulovaného pole. V případě impulzní modulace bude celá řada zdrojů produkovat stejné vrcholové hodnoty. Amplitudová modulace zvyšuje vrcholovou amplitudu signálu a je třeba postupovat obezřetně. Provede se nový odečet naměřené hodnoty. Korekční faktor se získá podělením naměřené hodnoty při nemodulovaném poli hodnotou naměřenou při modulovaném poli. Jestliže je např. hodnota naměřená při použití pole bez modulace 10 V/m a hodnota při měření modulovaného pole 5 V/m má korekční faktor hodnotu 2. Vyhodnocení je nutno provést na několika kmitočtech a při několika úrovních, aby se získaly odpovídající hodnoty korekčních faktorů. Pokud se následně použije snímač pro měření se stejnou modulací, násobí se pro získání vrcholových hodnot naměřená hodnota korekčním faktorem.



OBRÁZEK 501-11 – Odezva vrcholového detektoru

8.6.6.10.2 Počítačem řízený měřicí řetězec

V případě použití měřicího řetězce, který je řízen počítačem, je nutno ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP) popsat způsob ovládní, který se použije při měření. Musí se také uvést způsob ověření správné funkce programu. Pokud se v tomto případě používá komerční program, musí být k dispozici minimálně název výrobce, označení programu a použitá verze. Pokud se program vytvořil zkušební laboratoří, musí být k dispozici dokumentace, která popisuje metodu ovládní zkušebního řetězce a jakým způsobem se provádějí aktualizace verzí.

Diskuse: Počítačové programy obvykle poskytují výborné funkce pro automatické provádění zkoušek. Při nesprávném nastavení parametrů však také může dojít k významným chybám měření. Je důležité, aby uživatel byl podrobně seznámen s ovládním programu, nastavením důležitých parametrů (jako jsou korekční faktory převodníků nebo změnami rozmítání) a provedením kontrolních funkcí, které zjišťují, že měření probíhá správným způsobem. EMITP musí obsahovat minimálně následující údaje:

- a) Doby rozmítání.
- b) Použití korekčních faktorů.
- c) Určení a prezentace konečných údajů.
- d) Návod, který poskytuje podrobnosti o použitých programových ovladačích.

8.6.6.10.3 Zkoušky vyzařovaných emisí

8.6.6.10.3.1 Rozlišovací šířka pásma

Rozlišovací šířky pásma měřicího přijímače, které se musí použít při zkouškách emisí, jsou uvedeny v tabulce 501-4. Tyto šířky pásem jsou specifikovány pro pokles celé selektivní křivky přijímače o 6 dB. Při měření se nesmí použít filtr videosignálu (VBW). Pokud není možno filtr videosignálu vyřadit, musí se použít nejvyšší možná hodnota VBW. V případě potřeby se může použít vyšší hodnota rozlišovací šířky pásma; výsledkem ovšem je vyšší naměřená hodnota vyzařování.

POZNÁMKA Při použití vyšších hodnot rozlišovací šířky pásma se v žádném případě nesmí použít jakékoliv korekční faktory.

TABULKA 501-4 – Rozlišovací šířky pásma a doby měření

Kmitočtové pásmo	Rozlišovací šířka pásma 6 dB (RBW)	Doba prodlevy*	Minimální doba měření u analogových měřicích přijímačů
30 Hz až 1 kHz	10 Hz	0,15 s	0,015 s/Hz
1 kHz až 10 kHz	100 Hz	0,015 s	0,15 s/kHz
10 kHz až 150 kHz	1 kHz	0,015 s	0,015 s/kHz
150 kHz až 30 MHz	10 kHz	0,015s	1,5 s/MHz
30 MHz až 1 GHz	100 kHz	0,015 s	0,15 s/MHz
nad 1 GHz	1 MHz	0,015 s	15 s/GHz

*Alternativní technika skenování

POZNÁMKA Pokud se celková doba skenování rovná nebo je vyšší než minimální doba měření definovaná výše, může se použít násobné rychlejší skenování s funkcí pro záznam maximální hodnot (Max Hold Peak).

Diskuse: Rozlišovací šířky pásma uvedené v tabulce 501-4 jsou shodné s dostupnými hodnotami a hodnotami uvedenými ve specifikacích pro přijímače v normě ANSI C63.2 [12]. Existující přijímače mají rozlišovací šířku pásma specifikovanou různým způsobem. Některé se udávají pro pokles o 3 dB. Rozlišovací šířky pásem pro pokles o 6 dB jsou obvykle o 40 % větší než pro pokles o 3 dB. Impulzní šířky pásma jsou obvykle podobné jako šířky pásem pro pokles o 6 dB. V případě šířky pásem gaussovských filtrů je skutečná hodnota poklesu 6,8 dB.

Hranice mezi rozlišovací šířkou pásma 1 kHz a 10 kHz byla posunuta z hodnoty 250 kHz použité v předchozích verzích na hodnotu 150 kHz pro harmonizaci s komerčními normami EMI.

Aby nedocházelo k omezení současně dostupných přijímačů, které nemají k dispozici požadované hodnoty šířek pásma, povolují se při měření vyšší hodnoty. Použití vyšší hodnoty rozlišovací šířky pásma může produkovat vyšší měřené úrovně širokopásmových signálů. Zákaz použití korekčních faktorů je z důvodu zabránění pokusům o klasifikaci signálů.

Důležitým faktorem při posuzování vhodnosti použití přijímače je jeho citlivost. Nejvyšší požadavky z tohoto hlediska jsou při provádění zkoušky NRE02. Citlivost přijímače v laboratorních podmínkách se určí následujícím způsobem:

$$\text{Citlivost (dBm)} = -114 \text{ dBm/MHz} + \text{rozlišovací šířka pásma (dB/MHz)} + \text{šumové číslo (dB)}.$$

Jak je vidět z výše uvedeného vztahu, je snížení šumového čísla (kryogenní chlazení není praktické) jediným způsobem jak ovlivnit citlivost pro specifikovanou hodnotu rozlišovací šířky pásma. Šumové číslo přijímače se velmi podstatně mění v závislosti na vstupních obvodech. Šumové číslo systému je možno zlepšit použitím nízkošumových předzesilovačů. Šumové číslo kombinace předzesilovač/přijímač se vypočte následujícím způsobem. Všechna čísla jsou reálná. Převod do decibelového měřítka ($10 \cdot \log$) je nutný pro určení výsledků citlivosti výše uvedené rovnice.

$$\text{Šumové číslo systému} = \text{šumové číslo předzesilovače} + (\text{šumové číslo přijímače}) / (\text{zisk předzesilovače})$$

Protože předzesilovače jsou většinou širokopásmová zařízení, jsou náchylná k saturaci. Problém se řeší použitím preselektoru, který obvykle obsahuje přeladitelný filtr spolu s nízkošumovým předzesilovačem. Preselektor je integrální součástí mnoha přijímačů.

Příklady násobného rychlejšího skenování odvozeného z tabulky 501-4 jsou vidět v tabulce 501-5. Zobrazená kmitočtová pásma neznamenaají, že je nutno celé pásmo skenovat najednou. Požadavky na kmitočtové rozlišení jsou uvedeny v článku 8.6.6.10.3.4.

TABULKA 501-5 – Násobné skenování

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Počáteční kmitočty (Hz)	Konečný kmitočty (Hz)	Rozpětí (Hz)	Rozlišovací šířka pásma (Hz)	Počet kroků	Doba trvání jednoho kroku (s)	Doba jednoho rozmítání Tabulka 501-4	Doba jednoho rychlého rozmítání (s)	Počet rychlých rozmítání rovnající se jednomu rozmítání Tabulky 501-4
Z tabulky 501-4	Z tabulky 501-4	C2 – C1	Z tabulky 501-4	$2 \times (C3 - C4)$	Z tabulky 501-4	$C5 \times C6$	$\frac{C5}{C4}$	$\frac{C7}{C8}$
30	1 k	970	10	194	0,150	29,10	19,4	1,5

1 k	19 k	9 k	100	180	0,015	2,70	1,8	1,5
10 k	150 k	140 k	1 k	280	0,015	4,20	0,280	15
0,15 M	30 M	29,85 M	10 k	5 970	0,015	89,55	0,597	150
30 M	1 G	970 M	100 k	19 400	0,015	291	0,194	1 500
1 G	18 G	17 G	1 M	34 000	0,015	510	0,034	15 000

Násobné skenování může být efektivní metoda pro zachycení nestálých signálů, jejichž střída má rychlé a krátké doby přítomnosti signálu a dlouhé doby, kdy je signál nepřítomen. Doba a počet skenování se musí odvozovat od znalosti charakteristik signálu, aby se zvýšila pravděpodobnost jeho zachycení. Doba a rychlost skenování jsou předmětem omezení uvedeného ve sloupci C8 tabulky 501-5, a které umožňuje dostatečně dlouhou dobu setrvání, pro stabilizaci IF filtru. Moderní spektrální analyzátoři a přijímače mají nástroje pro potlačení nekalibrovaných výsledků skenování, které se odvozuje od rychlosti skenování, která je příliš velká pro stabilizaci IF filtru. Tyto typy signálů mají Binomické rozložení pravděpodobnosti jejich zachycení. Pro dané charakteristiky signálu může správné nastavení parametrů skenování významně zvýšit pravděpodobnost jeho zachycení. Měřicí přijímače musí pracovat v režimu zachycení maximální hodnoty (Max Hold Peak), takže v průběhu skenování se zachytí maximální úroveň kmitočtových složek spektra. Pokud jsou dostupné časové charakteristiky signálu, musí se zaznamenat do protokolu o zkoušce elektromagnetické interference (EMITR).

8.6.6.10.3.2 Identifikace emisí

Veškeré emise, bez ohledu na jejich charakteristiky, se musí zaznamenat s rozlišovací šířkou pásma uvedenou v tabulce 501-4 a srovnat s povolenými mezními hodnotami. Identifikace emisí z hlediska kategorizace na úzkopásmové a širokopásmové se neprovádí.

Diskuse: Při řešení všech problémů se při vyhodnocení uvažují pouze specifikované šířky pásma a jednotlivé mezní hodnoty. Význam konkrétních rozlišovacích šířek pásem zvolených při zkoušce je určen pro klasifikaci zachycených emisí s ohledem na zvolené šířky pásem. Širokopásmové rušení se muselo normalizovat k ekvivalentní úrovni při rozlišovací šířce pásma 1 MHz. Šířky pásma a klasifikační techniky byly u různých laboratoří velmi různé a výsledky neodpovídaly požadavkům norem. Základní myšlenky klasifikace vyzařovaných emisí se často chápaly a používaly nesprávně. Požadavek určitých šířek pásem a jednotných mezních hodnot eliminuje jakoukoliv potřebu kategorizace emisí.

Dalším problémem je, že profil emisí z moderních elektronických zařízení je často poměrně komplexní. Některé emise mají kmitočtový rozsah, který charakterem připomíná bílý šum. Normalizace amplitudy spektra signálu na bázi impulzního šumu není z technického hlediska, vzhledem k rozlišovací šířce pásma 1 MHz, správná. Požadavek určitých rozlišovacích šířek pásem normalizací a neshodu eliminuje.

8.6.6.10.3.3 Kmitočtové skenování

Při měření vyzařovaných emisí se musí prohledávat celé kmitočtové pásmo určené v požadavcích zkoušky. Minimální doby měření pro analogové měřicí přijímače použité při zkoušce jsou uvedeny v tabulce 501-4. Měřicí přijímače používající syntézu musí při měření používat kmitočtový krok, který má šířku rovnající se jedné

polovině přírůstku rozlišovací šířky pásma nebo menší a doba trvání měření se musí rovnat minimálně hodnotám uvedeným v tabulce 501-4. Pokud zkoušené zařízení pracuje tak, že se emise vyskytují v nepravidelných intervalech, je nutno dobu měření prodloužit, aby se zachytily a zaznamenaly veškeré emise.

Diskuse: Při každé zkoušce vyzařovaných emisí se definuje kmitočtový rozsah, ve kterém se skenování provádí.

Při zkoušce vyzařovaných emisí se požaduje spojitě prohledávání celého požadovaného kmitočtového rozsahu. Zkoušky na diskretních kmitočtech nejsou možné, pokud to není uvedeno jinak. Minimální doby měření uvedené v tabulce 501-4 platí za dvou předpokladů. Prvním předpokladem je doba odezvy konkrétní rozlišovací šířky pásma na měřený signál. Tato doba je $1/(\text{šířka pásma filtru})$. Druhým předpokladem je potenciální rychlost každé provozní operace (jako je modulace, opakování a zpracování) zkoušeného zařízení a potřeba zaznamenat nejvyšší hodnoty vyzařovaných emisí. Profil vyzařovaných emisí se v čase obvykle mění. Některé signály jsou přítomny pouze v některých časových intervalech a některé mění svou úroveň. Např. signály, které jsou běžně přítomné v profilu vyzařovaných emisí, jsou harmonické složky hodinových signálů mikroprocesorů. Tyto harmonické složky mají velmi stabilní kmitočet, ale jejich amplituda se mění v závislosti na provozu různých obvodů a změně jejich spotřeby.

První hodnota uvedená v tabulce 501-4 pro analogové přijímače, $0,015 \text{ s/Hz}$ pro rozlišovací šířku pásma 10 Hz , je omezena dobou odezvy v propustném pásmu měřicího přijímače. Doba odezvy je podle výše uvedeného vztahu $1 / 10 \text{ Hz} = 0,1 \text{ s}$. Jak se tedy přijímač přeladuje, musí propustné pásmo přijímače obsahovat libovolný kmitočet po dobu $0,1 \text{ s}$, což odpovídá minimální době prohledávání $0,1 \text{ s} / 10 \text{ Hz} = 0,01 \text{ s/Hz}$. Pro zajištění odpovídající doby, se tabulková hodnota zvýšila na $0,015 \text{ s/Hz}$. Výsledkem tohoto zvýšení, tedy vynásobením číslem $1,5$ u analogových přijímačů, je skutečnost, že každý kmitočet se v propustném pásmu objeví po dobu $0,15 \text{ s}$. Tato hodnota je doba prodlevy, uvedená v tabulce pro přijímače s kmitočtovou syntézou, pro rozlišovací šířku pásma 10 Hz . Protože přijímače s kmitočtovou syntézou vyžadují při prohledávání krok o velikosti jedné poloviny rozlišovací šířky pásma nebo menší a prodlevu $0,15 \text{ s}$, bude doba měření při použití měřicího přijímače s kmitočtovou syntézou delší, než v případě analogového měřicího přijímače.

Další doby měření uvedené v tabulce jsou odvozeny od požadavku, že kmitočty se musí v propustném pásmu přijímače objevit po dobu minimálně $0,15 \text{ ms}$ (doba prodlevy uvedená v tabulce), což přibližně odpovídá rychlosti změny 60 Hz . Při přeladování přijímače se požaduje, aby jednotlivé kmitočty setrvaly v propustném pásmu po dobu 15 ms . Pro čtvrtý řádek tabulky $1,5 \text{ s/MHz}$ při šířce pásma 10 kHz je minimální doba měření $0,015 \text{ s} / 0,01 \text{ MHz} = 1,5 \text{ s/MHz}$. Výpočet na základě doby odezvy přijímače může přinést následující výsledky $1 / \text{šířka pásma} = 1 / 10 \text{ kHz} = 0,0001 \text{ s}$ a minimální doba měření je pak $0,0001 \text{ s} / 0,01 \text{ MHz} = 0,01 \text{ s/MHz}$. V tabulce je uvedena doba měření $1,5 \text{ s/MHz}$, která je delší. Pokud uvedená doba měření nestačí zachytit maximální úroveň emisí, musí se použít delší doby měření, než jsou uvedené v tabulce 501-4.

Při určení doby měření je třeba postupovat opatrně. Hodnoty, které jsou uvedeny v tabulce, není možno na některých přístrojích nastavit přímo a je třeba je upravit.

Uvedené doby měření mohou být pro některá zařízení pracující v reálném čase (zapisovače X-Y) příliš rychlé. Doba prodlevy měřicího přijímače na jednotlivých kmitočtech musí při prohledávání zajistit, aby mechanické ovladače zapisovacích per stačily zaznamenat maximální hodnoty. Rychlost prohledávání musí být dále dostatečně pomalá, aby se detektor stačil po měření vybit a dosáhlo se kmitočtového rozlišení požadovaného v článku 8.6.6.10.3.4.

Pokud měřicí přijímač obsahuje funkci „MAX HOLD“, která zaznamenává nejvyšší hodnotu získanou při několika prohledáváních v konkrétním kmitočtovém pásmu, může se použít několika rychlejších prohledávání, než v případě použití minimálních časů uvedených v tabulce 501-4. U zkoušených zařízení, která produkují rušení v nepravidelných intervalech, je technika násobného prohledávání kmitočtového rozsahu výhodnější, protože pravděpodobnost zachycení maximálních hodnot emisí je mnohem vyšší než při použití delších měřicích časů.

8.6.6.10.3.4 Prezentace výsledků měření emisí

Při zkoušce se musí výsledky měření emisí generovat a zobrazovat automaticky, jako graf funkční závislosti amplitudy na kmitočtu. Průběh musí být spojitý. V zobrazených výsledcích měření musí být zahrnuty všechny korekční faktory (k-faktory měřicích převodníků, útlum v kabelech atd.). Dále se musí v diagramech zobrazit povolené mezní hodnoty. Ručně získané výsledky není možno pro ověření shody s mezními hodnotami použít. Diagram výsledků musí mít kmitočtové rozlišení minimálně 1 % nebo dvojnásobek rozlišovací šířky pásma měřicího přijímače, podle toho, která hodnota je méně přísná a rozlišení amplitudy minimálně 1 dB. Výše uvedené požadavky na rozlišení musí být uvedeny v protokolu o zkoušce elektromagnetické interference (EMITR).

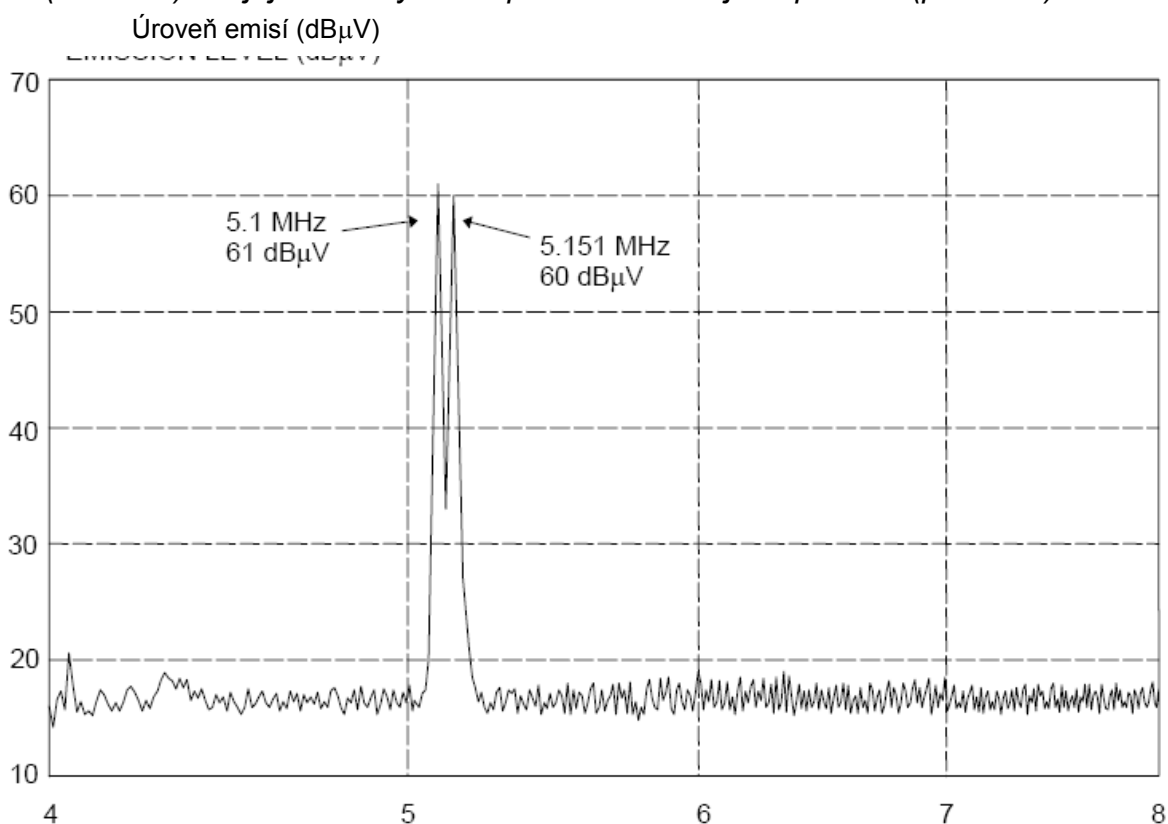
Diskuse: *Požaduje se spojitě zobrazení amplitudy v závislosti na kmitočtu. Požadovaný průběh je možno získat několika způsoby. Data je možno vykreslovat v reálném čase, tak jak vystupují z měřicího přijímače. Dále je možno výsledky měření uložit do paměti počítače a průběh vykreslit později. Použít je také možno fotografie obrazovky; i když v tomto případě je velmi obtížné dodržet požadavky na rozlišení, a zařadit fotografie odpovídajícím způsobem do protokolu o zkoušce elektromagnetické interference (EMITR).*

Umístění požadovaných mezních hodnot je také možno provést několika způsoby. Naměřené údaje se musí zobrazovat s ohledem na skutečné měřítko mezních hodnot (např. $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$) se započítanými korekčními faktory převodníků, útlumem útlumových členů a kabelů použitých při zkoušce. Alternativní způsob zobrazení je zobrazení v $\text{dB}\mu\text{V}$ (nebo dBm) a přepočítání mezních hodnot na odpovídající jednotky za použití korekčních faktorů. Druhý způsob je výhodnější z hlediska zobrazení správného použití korekčních faktorů. Protože prvotní úroveň naměřených údajů nejsou v prvním případě dostupné, není výše uvedené ověření korekčních faktorů možné.

Příklad vhodného rozlišení kmitočtů a úrovní je uveden na obrázku 501-12. Kmitočtové rozlišení 1 % znamená, že je možno rozlišit dva sinusové signály o stejné úrovni s kmitočtovým odstupem 1 %. Na obrázku 501-12 je vidět, že signál s kmitočtem 5,1 MHz je možno spolehlivě rozlišit od signálu o 1 % vyšším (1 % = 0,051 MHz) 5,151 MHz. Také úroveň 1 dB je možno z grafu snadno odečíst.

Kritérium „dvojnásobku rozlišovací šířky pásma“ znamená, že je možno rozlišit dva sinusové signály se stejnou amplitudou a s kmitočtem posunutým o dvojnásobek kmitočtu rozlišovací šířky pásma. V příkladu na obrázku 501-12 je rozlišovací šířka pásma 0,01 MHz a dvojnásobek je tedy 0,02 MHz. Kritérium 1 % je tedy méně přísné a z toho důvodu je použitelné. Rozlišení 1 dB znamená, že je možno odečíst úroveň signálů lišících se od sebe nejméně o 1 dB. Na obrázku 501-12 je vidět, že signál s úrovní 60 dB μ V a 61 dB μ V je možno rozlišit.

Někdy se pletou pojmy rozlišení a přesnost. Článek 8.6.6.1 požaduje přesnost měření amplitudy 3 dB a článek 8.6.6.10.3.4 požaduje rozlišení amplitudy 1 dB. Pojem přesnost vyjadřuje, s jakou přesností je naměřená hodnota známá, zatímco pojem rozlišení reprezentuje schopnost rozpoznání dvou hodnot. Odpovídající analogií je odečet hodnoty času z hodin. Hodiny obvykle indikují čas s rozlišením 1 s (rozlišení) ale jejich odchylka od přesného času je např. 30 s (přesnost).



OBRÁZEK 501-12 – Příklad rozlišení naměřených údajů

8.6.6.10.4 Zkoušky susceptibility

Viz také článek 8.6.4.20 v Kategorii 501, který obsahuje kritéria susceptibility,

8.6.6.10.4.1 Skenování kmitočtového pásma

Při zkouškách susceptibility se musí skenovat celé kmitočtové pásmo, které se při zkoušce požaduje. Hodnoty rychlosti rozmitání kmitočtu a velikosti kroku zdroje signálu uvedené v tabulce 501-6, se nesmí při zkouškách susceptibility překročit. Rychlost skenování a velikost kroku se určují v násobcích laděného kmitočtu (f_0) zkušebního zdroje signálu. Analogové skenování kmitočtového pásma znamená, že

zdroj signálu je možno přeladovat spojitě. Krokované skenování znamená, že zdroj signálu se postupně přeladuje na diskretní kmitočty. V případě krokovaného skenování musí být doba prodlevy jednotlivých zkušebních kmitočtů minimálně 3 s, nebo musí zohledňovat dobu trvání odezvy zkoušeného zařízení.

U systémů důležitých z hlediska bezpečnosti je potřeba zkontrolovat tzv. „efekt okna“.

Označení „efekt okna“ bylo odvozeno od susceptibility, která se pozorovala během zkoušek některých systémů, při některých menších zkušebních úrovních, ale při vyšších úrovních se již nevyskytovala. Takovým příkladem může být systém, který používá tranzistorové přepínače a chyba se definuje jako nechtěné sepnutí spínače. Při zvyšování úrovně použitého zkušebního kmitočtu se dosáhne prahové úrovně, při které řídicí obvody změní stav přepínače. Při vyšší úrovni je řídicí obvod saturován a k další změně stavu již nedojde. Pokud se tedy při zkoušce použije pouze zkušební úroveň vyšší než prahová, nemusí se susceptibilita projevit. Zařízení důležitá z hlediska bezpečnosti a splnění bojového úkolu se musí ověřit s ohledem na obvody, které mají vysokou důležitost a mohou vykazovat „efekt okna“ pro určení, zda je nutné zkoušky „efektu okna“ provádět.

Přezkoumání se musí provést pro podmínky netlumené vlny (CW) a přechodových jevů. „Efekt okna“ se může pozorovat u zařízení, která obsahují nelineární ochranné prvky.

Pro ověření „efektu okna“ se musí zdroj zkušebního signálu naprogramovat tak, aby se jeho výstupní úroveň snížila o 20 dB minimálně na pěti kmitočtech na dekádu v logaritmickém měřítku. Na těchto kmitočtech se pak výstupní úroveň zvyšuje s krokem 5 dB až do dosažení kritické úrovně (vyhovuje/nevhovuje). Pokud se předpokládá spojitě rozmítání zkušební úrovně v kmitočtovém pásmu, pro snížení doby zkoušky, musí se prokázat, že zkoušené zařízení „efekt okna“ nevykazuje.

TABULKA 501-6 – Skenování při zkouškách susceptibility

Kmitočtový rozsah	Analogové skenování Maximální rychlost skenování	Krokované skenování Maximální velikost kroku
30 Hz – 1 MHz	$0,0333f_0/s$	$0,05 f_0$
1 MHz – 30 MHz	$0,00667f_0/s$	$0,01f_0$
30 MHz – 1 GHz	$0,00333f_0/s$	$0,005 f_0$
1 GHz – 40 GHz	$0,00167f_0/s$	$0,0025 f_0$

Diskuse: Při provádění všech zkoušek susceptibility v kmitočtové oblasti se musí z důvodů ověření skenovat celý požadovaný kmitočtový rozsah, který je specifikován v použitých požadavcích, pro zajištění, že se zachytily všechny kmitočty, při kterých se vyskytuje susceptibilita. Pozornost je třeba věnovat také správné volbě typu skenování, které může být analogové nebo krokové.

POZNÁMKA Většina rozmítaných generátorů se rozmítá digitálně a musí se tedy použít krokový typ skenování.

Hodnoty rychlosti skenování a velikosti kroku uvedené v tabulce 501-6 jsou uspořádány tak, aby umožňovaly průběžnou změnu v závislosti na kmitočtu. Velmi

časté jsou počítačem řízené systémy, které umožňují automatické provádění zkoušek. Obvyklé je také použití vybraných pásem skenování a volba rychlosti skenování nebo velikosti kmitočtového kroku podle nejnižšího kmitočtu pásma. Pokud bylo např. zvoleno pásmo 1 – 2 GHz, může být maximální krok při 1,5 GHz $0,002 \times 1,5 \text{ GHz} = 3,75 \text{ MHz}$. Možný je automatický i ruční způsob skenování.

Při zkouškách susceptibility se vyskytují dvě hlavní problémové oblasti, doba odezvy zkoušeného zařízení na stimulaci a rychlost odezvy v závislosti na kmitočtu, běžně vyjadřovaná jako faktor kvality (Q). Oba problémy se musí uvažovat při určování rychlosti skenování a velikosti kroku podle tabulky 501-6. Hodnoty v tabulce 501-6 jsou zvoleny na základě předpokladu maximální odezvy zkoušeného zařízení do tří sekund a hodnot Q 10, 50, 100, 500 a 1 000 (hodnota v tabulce 501-6 se zvyšuje s kmitočtem). Protože odezvy zkoušeného zařízení jsou, z důvodů vazeb v kabelech, pravděpodobné v kmitočtovém rozsahu přibližně 1 až 200 MHz, hodnoty Q se mohou při pomalejším skenování zvyšovat a požadovat delší dobu pro sledování odezvy zkoušeného zařízení. Následuje podrobnější rozbor této problematiky.

Hodnota maximální doby odezvy 3 s je určena na základě dlouhodobých zkušeností. Existuje však několik dalších faktorů. Zatímco elektronické obvody pro zpracování dat mohou na rušení reagovat velmi rychle, výstupní displeje reagují později. Výstupy, které vyžadují mechanický pohyb na vzdálenost několik metrů nebo servořízení, mají obvykle také delší reakční doby a snížení výkonu nebo funkce se na diagnostickém zřízení objeví později. Dále je třeba vzít do úvahy, že některá zařízení reagují na podněty periodicky. Např. snímače, které dodávají informace mikroprocesoru, se vzorkují v určitých časových intervalech. Je tedy důležité, aby se zkušební signál s kritickým kmitočtem použil v okamžiku vzorkování snímače. Doby skenování a velikosti kroku uvedené v tabulce 501-5 je někdy třeba upravit podle zkoušeného zařízení a předpokládané doby reakce.

V některých případech ověřování susceptibility mají doby skenování podstatný vliv na délku trvání zkoušky. Hodnoty uváděné v tabulce 501-6 umožňují spojitě nastavení rychlosti skenování se zvyšujícím se kmitočtem; z praktického důvodu je nejlepší měnit rychlost pouze při přechodu na další oktávu nebo dekádu. Jako příklad může sloužit tabulka 501-7, kde je kmitočtové spektrum rozděleno do rozsahů, které se mění od oktáv nebo dekád a uvádí minimální doby potřebné k provedení zkoušek susceptibility při analogovém skenování. Rychlost skenování každého kmitočtového pásma se určuje na základě jeho počátečního kmitočtu. Celková doba zkoušky NRS02 od 2 MHz do 18 GHz je například 168 minut. Doba analogového rozmitání je přibližně 100 min. Tyto časy jsou určeny na základě průběžného výpočtu dalšího kmitočtu za použití naladěného kmitočtu a povolené velikosti kroku. Je třeba zdůraznit, že doba zkoušky se může v závislosti na době odezvy zkoušeného zařízení nebo faktoru Q podstatně prodloužit. Všimněte si, že doby skenování v tabulce 501-7 se musí použít jako programovatelné časy pro skenování. Musí se použít maximální povolená velikost kmitočtového kroku. Pokud technika skenování používá alternativní výpočet, jako je použití velikosti kmitočtového kroku pro počáteční kmitočet každé oktávy pro celou oktávu, mohou být doby skenování podstatně delší.

Q se vyjadřuje jako f_0/BW , kde f_0 je naladěný zkušební kmitočet a BW je šířka pásma kmitočtové odezvy při poklesu o 3 dB. Pokud se např. odezva objeví na kmitočtu 1 MHz při úrovni 1 V a stejná odezva vyžaduje na kmitočtech 0,95 a 1,05 MHz

úroveň 1,414 V (o 3 dB vyšší hodnota) pak je hodnota $Q = 1 \text{ MHz} / (1,05 - 0,95 \text{ MHz}) = 10$. Q je primárně ovlivněno rezonancemi ve filtrech, propojovacích kabelech, fyzické struktuře a dutinách. Předpokládané hodnoty Q se získávají na základě pozorování velkého počtu zkoušených zařízení. Velikosti kroků v tabulce 501-5 jsou určeny jako jedna polovina 3 dB pásem při předpokládané hodnotě Q a ajišťující, že zkušební kmitočty budou ležet uvnitř rezonančních odezv.

TABULKA 501-7 – Doby měření při zkouškách susceptibility

Kmitočtový rozsah	Maximální velikost kmitočtového kroku	Skutečná doba skenování
30 Hz – 150 kHz	$0,05 f_0$	16 min
150 kHz – 1 MHz	$0,05 f_0$	4 min
1 MHz – 2 MHz	$0,01 f_0$	4 min
2 MHz – 30 MHz	$0,01 f_0$	5 min
30 MHz – 1 GHz	$0,005 f_0$	54 min
1 GHz – 18 GHz	$0,0025 f_0$	94 min
18 GHz – 40 GHz	$0,0025 f_0$	28 min

Na kmitočtech nižších než 200 MHz se projevují hlavně rezonance v kabelech a filtrech rozhraní. Zátěže spojené s těmito rezonancemi, tlumí odezvy a snižují hodnoty Q pod 50. Na kmitočtech vyšších než 200 MHz se začínají uplatňovat vlivy strukturálních rezonancí krytů a plášťů a vlivem menšího útlumu se získávají vyšší hodnoty Q . Na kmitočtech vyšších přibližně než 1 GHz se projevuje dominantní vliv štěrbin spojených s vybuzením různých dutin. Hodnoty Q závisí na kmitočtu a materiálu, kterým je příslušná dutina vyplněna. Vyšší hodnoty Q se získají v případě, že v objemu dutiny je méně materiálu. Elektronické zařízení s vysokou hustotou součástí bude vykazovat významně nižší hodnoty Q než zařízení s vyšším podílem prázdného místa. Q je úměrné vztahu $\text{objem} / (\text{plocha povrchu} \times \text{síla materiálu})$. Hodnota Q má tendenci se zvyšovat se zvyšujícím se kmitočtem tak, jak se zmenšuje vlnová délka. Návrh zkoušeného zařízení s neobvyklým uspořádáním, který vykazuje vysoké hodnoty Q , může vyžadovat pro platnou zkoušku snížení hodnot rychlosti skenování nebo velikosti kroku uvedených v tabulce 501-6.

RF zařízení určené pro zpracování dat představuje zvláštní případ, vyžadující speciální přístup. Záměrně laděné obvody pro zpracování RF signálu mají velmi vysoké Q . Např. obvod pracující s kmitočtem 1 GHz s šířkou pásma 100 kHz má $Q = 1 \text{ GHz} / 100 \text{ kHz} = 10\,000$.

Automatické nastavování úrovně, použité pro stabilizaci amplitudy zkušebního signálu krokovaného skenování, vyžaduje doby prodlevy na jednotlivých diskrétních kmitočtech delší než 1 s. Signál potřebuje určitou dobu pro ustálení a jakékoliv odezvy zkoušeného zařízení během procesu ustalování se musí ignorovat.

8.6.6.10.4.2 Modulace signálů při zkouškách susceptibilit

Zkušební signály potřebné pro zkoušky susceptibilit NCS07 a NRS02 se musí impulzně modulovat (poměr zapnuto/vypnuto minimálně 40 dB) s kmitočtem 1 kHz a střídou 50 %.

Diskuse: Modulace obvykle způsobuje, že se u zkoušeného zařízení zhoršuje funkce. Vlnové délky RF signálů pronikají do zařízení vlivem vazeb do elektrických kabelů a různými otvory (vyšší kmitočty). Nelineární charakteristiky prvků obvodů detekují modulaci na nosném kmitočtu. Odezva obvodů na modulaci pak závisí na detekované úrovni, propustném pásmu a způsobu zpracování.

Impulzní modulace s opakovacím kmitočtem 1 kHz a střídou 50 % (někdy se nazývá modulace obdélníkovým kmitočtem 1 kHz) se volí z různých důvodů. 1 kHz spadá do propustného pásma většiny analogových obvodů, jako jsou akustické nebo obrazové obvody. Rychlé vzestupné a sestupné hrany impulzů produkují významné harmonické složky, které se výrazně uplatňují v číslicových obvodech. Odezva elektroniky souvisí s energií a příspěvkem obdélníkového signálu s vysokým středním výkonem. Tato modulace nahrazuje celou řadu skutečně používaných modulací signálů. Obdélníkový průběh je náročná forma amplitudové modulace používané v telekomunikaci a rozhlasovém nebo TV vysílání. Impulzní modulace s vysokou střídou se používá v radiolokátorové technice.

Při použití impulzní modulace 1 kHz se střídou 50 % (poměr zapnuto/vypnuto = 40 dB), je třeba v případě některých zdrojů postupovat opatrně. Většina vysokofrekvenčních zkušebních zdrojů signálu má buď vnitřní modulaci, nebo konektor pro připojení vnějšího zdroje modulačního signálu. Tato funkce přepíná výstup zdroje bez ovlivňování amplitudy nemodulovaného signálu, což zajišťuje odpovídající účinnost modulovaného signálu. V případě jiných zdrojů zkušebního signálu, konkrétně u zdrojů s nízkým kmitočtem je nutno, aby vnější modulační signál (AM) zajišťoval hloubku modulace alespoň 99 % (což odpovídá poměru zapnuto/vypnuto 40 dB) a dostatečně tak simuloval impulzní modulaci. Výstupní signál bude mít pro tento typ vstupu v podstatě dvojnásobnou amplitudu ve srovnání s nemodulovaným signálem. V závislosti na typu prováděné zkoušky a technice monitorování zkušebního signálu může nebo nemusí mít tento efekt vliv na výsledky zkoušky. Použití AM modulace může mít mnohem větší vliv než použití impulzní modulace. Amplituda vstupního signálu přímo ovlivňuje hloubku modulace. V takovém případě je možné, aby hloubka modulace přesáhla 100 %, což způsobí zkreslení signálu. Protože se klade velký důraz na poměr zapnuto/vypnuto, zkušební signál je nutno sledovat osciloskopem a nastavit odpovídající hloubku modulace. Dalším problémem je při použití AM modulace šířka pásma, která je obvykle menší než v případě impulzní modulace. Potřeba signálu s obdélníkovým tvarem může být při nastavení hloubky modulace minimálně 99 % zdrojem problémů.

Nejhorší případ modulace nemusí odpovídat skutečně použité modulaci nebo může být velmi odlišný. Nejtypičtější způsoby modulace používané u kmitočtů přibližně pod 400 MHz jsou amplitudová modulace s kmitočtem 400 nebo 1 000 Hz (30 až 80 %) nebo impulzní modulace, se střídou 50 % a kmitočtem 400 nebo 1 000 Hz. Stejně modulace je možno použít i pro kmitočty nad 400 MHz spolu s impulzní modulací s různou šířkou impulzu a opakovacím kmitočtem. Příležitostně je také možno použít netlumenou vlnu (CW – bez modulace). Netlumený signál detekuje

v obvodech typicky stejnosměrnou úroveň (DC), která v závislosti na provedení a funkci ovlivňuje obvody různým způsobem. Zkušenosti ukazují, že modulace má mnohem větší vliv na zhoršení funkce zkoušeného zařízení. Netlumený signál se může použít jako dodatečný požadavek při ověřování obvodů, které reagují pouze na teplotu, jako jsou elektricky rozněcovatelná zařízení. Netlumený signál se nesmí za normálních podmínek používat jako jediná podmínka.

Do úvahy se musí vzít použití druhé modulace 1 Hz (kdy normální impulzní signál 1 kHz je úplně zapnut nebo vypnut každých 500 ms) pro ověření konkrétních podsystémů s nízkofrekvenčními reakčními charakteristikami, jako jsou např. podsystémy letové kontroly letadel. Modulace simuluje charakteristiky některých HF rádií s jedním postranním pásmem (bez nosného kmitočtu), kde přenášený hlasový signál způsobuje, že RF signál je přítomen pouze při hlasové komunikaci. Problém při použití modulace je ten, že potenciální odezvy některých podsystémů se mohou zvýšit, zatímco u některých se reakce sníží. V posledním případě se může v časovém intervalu 500 ms, kdy je zkušební signál vypnut, zařízení zotavit z vlivu signálu, který na zařízení působí v intervalu, kdy je signál zapnut.

8.6.6.10.4.3 Prahové hodnoty susceptibility

Pokud se při provozu zkoušeného zařízení objeví určité reakce na zkušební signály, je třeba zjistit prahovou hodnotu signálu, kdy se reakce ještě neprojevuje. Prahové hodnoty susceptibility se určují následovně a musí být uvedeny v protokolu o zkoušce elektromagnetické interference (EMITR):

- a) Pokud se objeví reakce na zkušební signál, postupně snižovat jeho úroveň dokud reakce nezmizí.
- b) Snížit úroveň zkušebního signálu o dalších 6 dB.
- c) Postupně zvyšovat úroveň zkušebního signálu, dokud se opět příslušná reakce neobjeví. Tato úroveň je prahová hodnota susceptibility.
- d) Zaznamenat tuto úroveň, kmitočtový rozsah výskytu reakce, kmitočet a úroveň nejvyšší susceptibility a další použité zkušební parametry.

Diskuse: *Obvykle je nutno vyzkoušet úroveň vyšší než mezní hodnoty pro zajištění, že zkušební signál má nejméně požadovanou úroveň. Určení prahu susceptibility je nutné pro ověření, že zhoršení funkce ještě odpovídá technickým podmínkám. Tato informace se musí uvést v protokolu o zkoušce elektromagnetické interference (EMITR). Prahové úrovně pod mezními hodnotami nejsou přijatelné.*

Specifikované kroky pro určení prahů susceptibility normalizují konkrétní postup. Některé alternativní postupy používané v minulosti definovaly úroveň použitého signálu při odeznění reakce zkoušeného zařízení jako prahovou hodnotu. Pokud se při dvou postupech dosáhne různých prahových hodnot, je možno předpokládat vliv hystereze.

Zkreslení sinusových zkušebních signálů způsobené nelineárními vlivy ve výkonových zesilovačích, může mít za následek nesprávnou interpretaci výsledků. Pokud dojde ke zkreslení, může zkoušené zařízení reagovat na harmonické složky zkušebního signálu, kde mohou být mezní hodnoty nižší. Pokud se pro monitorování injektovaných signálů použije selektivní přijímač, zkreslení samo nemá vliv

na správné úrovni zkušební signálu, který byl ověřen jako zamýšlený kmitočet. Při zkouškách susceptibilita se musí ověřit, zda výsledek zkoušky neovlivňují také harmonické složky. Pokud se používají širokopásmové snímače jako při zkoušce NRS02, může zkreslení způsobit nesprávné zobrazení požadované úrovně zamýšleného kmitočtu. V takovém případě je nutno zkreslení ošetřit tak, aby se měřily správné úrovně.

8.6.6.10.4.4 Susceptibilita vstupních napájecích filtrů zkoušeného zařízení

Zkoušky vedených emisí NCE01 nebo NCE05 se musí pro dosažení základní úrovně měření provádět dříve, než zkoušky susceptibilita na přechodové jevy NCS10 a NCS11. Po dokončení zkoušek NCS10 a NCS11 se musí zkoušky NCE01 a NCE05 opět opakovat. Tento postup se používá pro ověření, zda nedošlo k poškození filtrů napájecích vodičů zkoušeného zařízení.

Diskuse: *Musí se provést porovnání průběhů emisí před a po zkoušce susceptibilita na přechodové jevy. Postup se používá pro ověření, že nedošlo k poškození nebo zničení zkoušeného zařízení. Při zkoušce může dojít k poškození filtrů nebo jiných součástí. Pokud dojde k významné změně profilu vedených emisí je evidentní, že se jedná o nevyhovující výsledek i v případě, že vlivem poškození zkoušeného zařízení, způsobeného zkušebními signály, došlo ke snížení úrovně vedených emisí.*

Ověření vedených emisí není zamýšleno pro srovnání s mezními hodnotami zkoušek NCE01 nebo NCE05, ale používá se pouze pro srovnání profilu emisí před a po zkoušce.

Pokud se zkoušky NCE01 a NCE05 provádí jako součást zkušební postupu před zkouškami susceptibilita na přechodové jevy, je možno brát jejich výsledky jako základní.

8.6.6.11 Kalibrace zkušebního zařízení

Zkušební zařízení a příslušenství používané pro zkoušky ve shodě s normami se musí kalibrovat ve shodě s národními normami (např. ANSI/NCSS Z540-1 [13] nebo ČSN EN ISO 10012 [14] atd.). Měřicí antény, proudové sondy, snímače pole a další zařízení používané v měřicím řetězci se musí kalibrovat nejméně každé 2 roky, pokud není akvizičním orgánem určeno jinak nebo nedojde k jejich poškození.

Diskuse: *Kalibrace se obvykle požaduje u měřicího zařízení, jehož charakteristiky není možno ověřit při použití jiné kalibrované položky v průběhu zkoušky. Během zkoušky není např. možné určit, zda anténa používaná pro měření vyzařovaných emisí má správné charakteristiky zisku. Tyto antény se tedy musí pravidelně kalibrovat. Na druhé straně není např. třeba kalibrovat výkonové zesilovače, protože použití správných zkušebních úrovní se kontroluje kalibrovanými snímači. Další zesilovací zařízení jako např. předzesilovače používané před měřicími přijímači se musí kalibrovat pro získání správných hodnot zisku v závislosti na kmitočtu, které se používají při vyhodnocení a v průběhu zkoušky se nijak neověřují. Nicméně v případě tohoto typu zařízení se musí ověřit a omezit harmonické složky způsobované zařízením pro měření pole použitým při kalibraci, jako jsou širokopásmová zařízení. Tento parametr musí mít hodnotu menší než -15 dBc. V případě, že není možno této úrovně dosáhnout, musí se zajistit, aby úroveň pole indikovaná snímačem pole byla způsobovaná základním kmitočtem a ne harmonickými složkami.*

8.6.6.11.1 Ověření zkušebního řetězce

Před provedením každé zkoušky emisí je třeba provést ověření celého měřicího systému (včetně měřících přijímačů, kabelů, útlumových a vazebních členů atd.), použitím známého signálu, jak je uvedeno v každém postupu měření a následným porovnáním výsledků. Pokud se provádějí různé zkoušky emisí bez změny měřicího řetězce (např. vyhodnocení při různých provozních režimech zkoušeného zařízení) není nutno měřicí systém před každou zkouškou kontrolovat.

Diskuse: *Kontrola celého měřicího řetězce před zkouškami emisí je nutná pro ověření, že měřicí systém pracuje správně. Kontrolou je možno ověřit velké množství parametrů měření jako jsou např. k-faktory převodníků, útlum kabelů, nastavení obecných parametrů měřicího přijímače, poškození RF kabelů nebo útlumových členů a správnou funkci software. Podrobnosti použití jsou uvedeny v jednotlivých zkušebních postupech.*

8.6.6.11.2 Anténní faktory

Anténní faktory (k-faktory) se musí určit pomocí SAE ARP-958 [15], nebo jiné vhodné zkušební metody.

Diskuse: *SAE ARP-958 [15] poskytuje normativní základ pro určení anténních faktorů antén pro měření vyzářovaných emisí. Při použití těchto faktorů pro jiné aplikace než zkoušky EMI, je třeba postupovat s velkou opatrností. Na základě požadavků vzdáleného pole, které není možno v mnoha kmitočtových rozsazích dodržet, jsou vytvořeny dvě techniky měření pro bikónickou anténu a trychtýřovou anténu s dvojitým hřbetem. Přestože použití anténního faktoru produkuje normalizované výsledky, není nezbytné, aby při se při jeho použití měřily skutečné úrovně elektrického pole. Pokud je nutno znát skutečné hodnoty elektrického pole, musí se použít jiné snímače.*

8.6.7 Podrobné požadavky zkušebních metod

Kapitola specifikuje podrobné požadavky emisí a susceptibility a příslušné zkušební postupy. Kapitola také obsahuje obecné zkušební postupy.

8.6.8 Jednotky při měření v kmitočtové oblasti

Všechny mezní hodnoty v kmitočtové oblasti jsou vyjádřeny v jednotkách, které odpovídají ekvivalentní efektivní hodnotě (RMS) sinusového signálu, který se objeví na výstupu měřicího přijímače, za použití vrcholového detektoru obálky (viz článek 8.6.6.10.1).

Diskuse: *Podrobnější popis vrcholového detektoru obálky je uveden v článku 8.6.6.10.1. Přehled výstupních hodnot detektoru pro několik vstupních signálů je následující. Pro nemodulovaný sinusový signál odpovídá výstupní hodnota efektivní hodnotě sinusového průběhu. Pro modulovaný sinusový signál odpovídá výstupní úroveň efektivní hodnotě nemodulovaného sinusového signálu se stejnou absolutní vrcholovou hodnotou. Pro signál, jehož šířka pásma je větší než rozlišovací šířka pásma měřicího přijímače, se výstupní hodnota rovná efektivní hodnotě nemodulovaného sinusového signálu se stejnou absolutní hodnotou jako průběh, který se zpracuje v propustném pásmu přijímače.*

8.6.9 Požadavky na emise a susceptibilitu, meze a zkušební postupy

V následujících člancích jsou společně uspořádány jednotlivé požadavky na emise nebo susceptibilitu, příslušné mezní hodnoty a zkušební postupy. Použité kmitočtové rozsahy a mezní hodnoty mnoha zkoušek emisí a susceptibility závisí na konkrétním umístění nebo instalaci. Zkušební postupy obsažené v této kapitole jsou platné v celém kmitočtovém rozsahu specifikovaném v postupu; nicméně ověření se musí provádět pouze v kmitočtovém rozsahu určeném pro konkrétní použití na platformě nebo instalaci.

Diskuse: V tomto vydání ČOS 051627 následuje zkušební postup přímo po ustanoveních o použitelnosti a mezních hodnotách. Rozbory (diskuse) jednotlivých požadavků, jsou rozděleny do těchto dvou oblastí.

8.6.9.1 NCE01 – Vedené emise, napájecí vodiče, 30 Hz až 10 kHz

8.6.9.1.1 Použitelnost a meze

Zkouška se používá pro vodiče, přivádějící proud ze zdrojů, které nejsou součástí zkoušeného zařízení. Na výstupní vodiče z napájecích zdrojů nejsou žádné požadavky.

Zkoušku není třeba provádět v případě, že se provedla zkouška NCE05. Viz článek 8.5.2 a tabulka 501-2.

Mezní hodnoty se uvádějí v jednotkách proudu, protože je obtížné zajistit odpovídající impedanci zdrojů v různých zkušebních objektech na nižších kmitočtech. Tento typ regulace impedance by vyžadoval specifikaci mezních hodnot v jednotkách napětí. Pokud je impedance zdroje emisí podstatně vyšší než impedance zdroje napájení, jsou úrovně emitovaných proudů nezávislé na změnách impedance napájecího zdroje.

Pro lodě a ponorky se pozornost při tvorbě požadavků musí soustředit na vlivy typické pro vedené emise na rozvodných napájecích sítích lodí. Harmonické proudy závisí na jednotlivých zátěžích připojovaných k napájecí rozvodné síti.

Rozvodná napájecí síť v lodích a ponorkách (primární napájení lodí) je připojena k alternátorům 440 V AC, 60 Hz, 3 fáze, 3 vodiče, zapojení do trojúhelníku (nezemněno). I když se rozvodná napájecí síť nezemní, existuje zde virtuální střídavý zemní proud (AC), vytvářený kapacitní vazbou mezi elektrickými zátěžemi. Nerovnováha mezi virtuálními zeměmi jednotlivých elektrických zátěží způsobuje, že trupem ponorky protékají střídavé proudy. Tyto proudy mohou způsobit poruchy funkce elektrických zařízení, nesprávné zemnění snímačů a rušení ochrany proti magnetickým minám.

Proudy v trupu se regulují omezením amplitudy harmonických složek proudu v rozvodné síti systému, připojeného k elektrickým zátěžím. Mezní hodnota se volí na základě ověření celkového napěťového zkreslení rozvodného systému lodě v rozsahu 5 % napájecího napětí s příspěvkem libovolné harmonické složky menší než 3 %. Vedle proudů v trupu, je celkové harmonické zkreslení průběhu napětí napájecího zdroje vyšší než 5 % mimo toleranční meze většiny elektrických zařízení, indukčních motorů, magnetických zařízení a měřicích přístrojů.

V případě leteckých aplikací požadavek zajišťuje, že zkoušené zařízení nebude ovlivňovat kvalitu napájení (povolené zkreslení napětí) v napájecím rozvodu platformy. V případě letadel, která používají zařízení pro boj s ponorkami (ASW), jsou v kmitočtovém rozsahu zkoušky nepřijatelné takové úrovně emitovaných proudů, při kterých by mohlo dojít ke zhoršení schopnosti detekce a zpracování v systémech detekce magnetických anomálií (MAD) a akustických systémech.

Systémy MAD musí být schopny izolovat menší magnetické rušení v magnetickém poli Země než 1/50 000. V současných letadlech není možno dosáhnout plné citlivosti systémů MAD vlivem interference, kterou produkují palubní zařízení. Vliv rušení nízkými kmitočty v pásmu 30 Hz až 10 kHz se může projevit v činnosti systémů s akustickými snímači.

Důvodem sestavování požadavků v akvizičním procesu je zjistit, zda je možno citlivé přijímače pracující v kmitočtovém rozsahu požadavků na místě instalace používat, nebo je třeba upravit zkušební meze na základě charakteristik palubního napájecího systému.

8.6.9.1.2 Zkušební postup

Úrovně emisí se určují měřením proudu na každém napájecím vodiči. LISN má jen malý vliv na výsledky zkoušky. Charakteristiky obvodů LISN umožňují stabilní měření v okolí kmitočtu 10 kHz, nicméně parametry LISN nejsou významné, při měření ve velké části kmitočtového rozsahu zkoušky.

Měření proudu se provádí proto, že ve velké části kmitočtového rozsahu jsou velmi nízké impedance. Úrovně proudu jsou na změnách impedance napájecího zdroje v podstatě nezávislé do té doby, než vzroste vliv impedance zdroje emisí vzhledem k impedanci napájecího zdroje. Nicméně na rezonančních kmitočtech filtrů vedoucích do zkušebního stíněného místa (obvykle 1 kHz až 10 kHz) lze vliv na měřené proudy očekávat.

V průběhu ověřování měřicího řetězce může být proto potřebné, doplnit signálový generátor výkonovým zesilovačem, pro dosažení proudu, jehož úroveň je 6 dB pod použitými mezními hodnotami.

Hodnota rezistoru R na obrázku NCE01-5 není specifikovaná, protože konkrétní hodnota není kritická. Pro měření je vhodná libovolná hodnota a je možno použít hodnotu, která zajistí přizpůsobení použitého signálového generátoru.

Při měření v kmitočtové oblasti je možno použít analyzátor s Fourierovou transformací. Použití tohoto typu přístroje vyžaduje zvláštní souhlas akvizičního orgánu.

8.6.9.2 NCE02 – Vedené emise, napájecí vodiče, 10 kHz až 10 MHz

8.6.9.2.1 Použitelnost a meze

Zkouška je určena pro vodiče, přivádějící proud ze zdrojů, které nejsou součástí zkoušeného zařízení. Na výstupní vodiče z napájecích zdrojů nejsou žádné požadavky.

Základní koncepce pro nižší kmitočty požadovaného měřicího pásma je zjistit, zda zkoušené zařízení nesnižuje kvalitu rozvodu napájení (přípustné napěťové zkreslení) v místě instalace.

Protože normalizovaná kvalita napájení na výstupu zdroje určité zkreslení připouští, není třeba zvláštní požadavky EMI pro výstupní vodiče. Výstupní napájecí vodiče se uvažují jako další elektrické rozhraní. Normy neuvádí přímo spektrální obsah signálů přítomných na elektrických rozhraních. Definice průběhů a meze zkreslení se specifikují v dokumentech popisujících jednotlivá rozhraní. V případě kvality výstupu napájecího zdroje se musí specifikovat vhodný kmitočtový rozsah tak, aby mohl uživatel definovat jeho charakteristiky. Tato situace nastává např. v případě primárního zdroje 115 V, 400 Hz nebo stejnosměrného napájení ± 15 V s nízkým proudem. Významné nepřímé ovlivnění spektrálního obsahu existuje u mezních hodnot zkoušky NRE02, kde se požaduje, aby se použilo vhodné ovlivnění průběhu a technika přenosu signálu pro omezení nezamýšlených emisí (viz diskuse k určení mezních hodnot NCE02 a NRE02 dále).

Protože zkreslení napětí je základním údajem při vytváření kvalitativních požadavků napájení, uvádí se mezní hodnoty NCE02 v jednotkách napětí. Použití normalizované impedance v požadovaném kmitočtovém rozsahu této zkoušky, zajišťuje odpovídající přesnost měření napětí.

Při vyšších kmitočtech slouží mezní hodnoty NCE02 jako samostatná regulace potenciálních emisí vyzařovaných z napájecích vodičů, které se mohou indukovat do citlivých přijímačů přes anténní konektory při zkoušce NRE02. Mezní hodnoty NCE02 se musí zvolit tak, aby se zajistilo, že nevzniknou žádné rozpory s mezními hodnotami NRE02. Emise vyhovující mezím NCE02 nesmí způsobovat překročení mezí zkoušky NRE02. Laboratorní experimenty s napájecími vodiči o délce 2,5 m a připojenými k impedanční stabilizační síti napájení ukazují, že průběh úrovně elektrického pole detekovaného prutovou anténou, používanou při zkoušce NRE02, je plochý přibližně do kmitočtu 10 MHz a jeho přibližná úroveň je $(x - 40)$ dB μ V/m, kde x je napětí vyjádřené v dB μ V. Jestliže je tedy na vodiči úroveň signálu 60 dB μ V, je detekovaná úroveň elektrického pole přibližně 20 dB μ V/m.

V akvizičním procesu se v příslušných dokumentech požaduje vytvoření zkušebního plánu. Možné je nastavení křivky mezních hodnot do blízkosti emulovaného spektrálního průběhu normy definující kvalitu konkrétního zdroje. Je třeba započítat příspěvky z různých zdrojů rušení, jak je uvedeno výše. Pokud není v místě instalace přítomen žádný citlivý přijímač spojený s anténou pro vysoké kmitočty, je přizpůsobení zkoušek pro vyšší kmitočty další možností. Požadavky se uvádějí do kmitočtu 10 MHz, což odpovídá rezonančnímu kmitočtu kabelu o délce 2,5 m, který se používá při zkoušce. Nad tímto kmitočtem je měření vedených emisí méně významné. Pokud se vytváření mezních hodnot vyžaduje pro vyšší kmitočty, je třeba upravit zkušební sestavu NCE02 tak, že se zkrátí přípustná délka napájecích kabelů.

8.6.9.2.2 Zkušební postup

Úrovně emisí se určují měřením napětí na výstupu sítě LISN 50 μ H.

Impedance napájecího zdroje, kterou upravuje LISN, je kritickým bodem zkoušky. Impedance je ovlivněna různými charakteristikami napájecích filtrů použitých na zkušebním místě a impedancemi napájecí sítě v různých zkušebních laboratořích

a její regulace je nutná z důvodů srovnatelnosti zkoušek prováděných různými subjekty. Impedance použité při zkoušce zajišťují LISN. Impedance elektrického rozhraní zkoušeného zařízení je ovlivněna charakteristikami napájecích vodičů připojených k LISN. Nejvýznamnější veličinou je indukčnost. Impedance se začíná významně odchylovat v okolí kmitočtu 1 MHz, kde impedance vodičů dosahuje asi 13 Ω .

Při měření se musí použít korekční faktory pro použitý útlumový člen 20 dB a pro pokles napětí na vazebním kondenzátoru. Tento kondenzátor je v sérii s paralelní kombinací vstupní impedance 50 Ω měřicího přijímače a rezistoru 1 k Ω v LISN 50 μ H. Kombinace rezistorů odpovídá hodnotě 47,6 Ω . Korekční faktor se rovná:

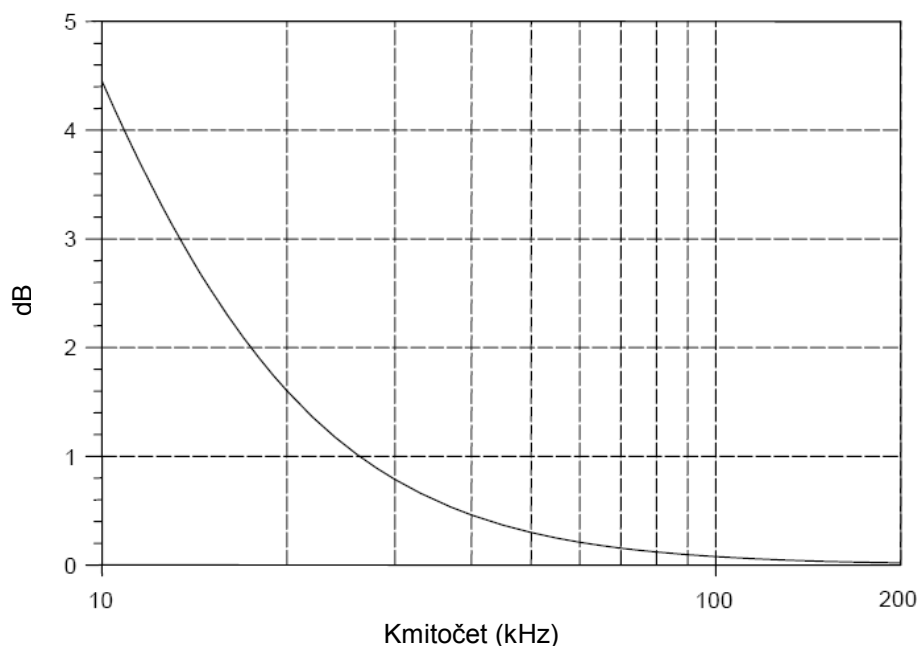
$$20 \cdot \log_{10} (1 + 5,60 \cdot 10^{-9} f^2)^{1/2} : (7,48 \cdot 10^{-5} f)$$

kde f je sledovaný kmitočet v Hz. Vztah je vykreslen na obrázku 501-13. Korekční faktor se pro kmitočet 10 kHz rovná 4,45 dB a s rostoucím kmitočtem rychle klesá.

S ohledem na délku napájecího kabelu mezi zkoušeným zařízením a LISN 50 μ H a vzhledem k rezonančním podmínkám, je horní kmitočet měřicího rozsahu 10 MHz. Jak je zmíněno v článku 8.6.6.8.6.2, jsou tyto vodiče dlouhé 2,0 až 2,5 m. Laboratorní experimenty a teorie ukazují na vodiči o délce 2,5 m rezonanci v okolí kmitočtu 25 MHz. Při laboratorních experimentech bylo zjištěno, že impedance napájecích vodičů se začíná významně zvyšovat od kmitočtu 10 MHz na hodnotu několik tisíc Ω při kmitočtu kolem 25 MHz. Pro měření napětí nad kmitočtem 10 MHz je LISN 50 μ H nevhodná.

Vazební kondenzátor 0,25 μ F v LISN 50 μ H zajišťuje pro napájecí zdroje 115 V a 400 Hz na svorkách signálového konektoru zatíženého 50 Ω , napětí přibližně 3,6 V. Útlumový člen 20 dB se při zkoušce používá pro ochranu zkušebního přijímače před saturací. Zdroje 60 Hz představují menší problém.

Pro ověření zkušební sestavy na obrázku NCE02-1 je nutný osciloskop, kterým se ověřuje, že skutečně přivedené zkušební napětí je na kmitočtech 10 kHz a 100 kHz má sinusový tvar. LISN 50 μ H představuje pro signálový generátor s impedancí 50 Ω zátěž 50 Ω pouze pro kmitočty přibližně od 300 kHz výše (viz obrázky 501-9 a 501-10). Protože signálový generátor 50 Ω je v podstatě ideální napěťový zdroj v sérii s impedancí 50 Ω , tak zobrazení amplitudy je správné pouze v případě, že je připojen k impedanci 50 Ω . Za těchto podmínek se napětí rozdělí mezi dva rezistory 50 Ω . Pokud se výstup měří přímo přístrojem s vysokou vstupní impedancí, jako je např. osciloskop, je indikované napětí dvojnásobkem nastavené amplitudy. Zátěž připojená k signálovému generátoru se mění s kmitočtem a proto se napětí LISN 50 μ H mění také.



OBRÁZEK 501-13 – Korekční faktor pro vazební kapacitu LISN 50 µH

Problémová oblast zkušební postupu je potenciální saturace vstupu měřicího přijímače napětím s napájecím kmitočtem. Problémy saturace jsou uvedeny v článku 8.6.6.7.3. Pokud se očekává saturace vstupních obvodů měřicího přijímače, je možno pro potlačení napájecího kmitočtu použít filtr. Korekční faktor pak musí zohledňovat i ztráty filtru v závislosti na kmitočtu.

8.6.9.3 NCE03 – Vedené emise, anténní konektor, 10 kHz až 40 GHz

8.6.9.3.1 Použitelnost a meze

Zkouška se používá pro vysílače, přijímače a zesilovače. Základním účelem je ochránit přijímače připojené k anténám v místě instalace i mimo toto místo před poruchami funkce vlivem vyzařovaných emisí z antén spojených se zkoušeným zařízením. Mezní hodnoty pro vysílače v režimu vysílání jsou přednostně voleny jako úrovně, které se uvažují jako pracovní pro většinu zařízení. Potlačení úrovní, které se vyžadují pro eliminaci všech potenciálních situací elektromagnetické kompatibility, je často velmi obtížné a mohou vyústit ve významné změny návrhu umístění. Mezní hodnoty pro přijímače a vysílače v pohotovostním režimu se volí tak, aby zajistily kompatibilní prostředí s ostatními přístroji. Obecné požadavky se specifikují pro všechny aplikace, protože se uvažují pro všechny platformy.

Jako příklad výše uvedené situace, se může uvažovat VHF-AM vysílač s výkonem 10 W, který pracuje na kmitočtu 150 MHz a UHF-AM přijímač s citlivostí -100 dBm, naladěný na kmitočet 300 MHz s izotropní anténou, umístěnou ve vzdálenosti 10 m od vysílače. Požadavkem je, že druhá harmonická složka 300 MHz vysílače musí být potlačena o $50 + 10 \cdot \log 10 = 60$ dB.

Vzorec pro ztráty ve volném prostoru

$$\frac{P_R}{P_T} = \frac{\lambda^2 G_T G_R}{(4\pi R)^2}$$

indikuje útlum 42 dB za následujících podmínek:

P_R = přijímaný výkon

P_T = vysílaný výkon

λ = délka vlny = 1 m

G_R = zisk přijímací antény = 1

G_T = zisk vysílací antény = 1

R = vzdálenost antén = 10 m

Druhá harmonická složka by tedy měla být v místě přijímače potlačena o $60 + 42 = 102$ dB. 102 dB pro výkon 10 W (40 dBm) je -62 dBm, což je stále 38 dB nad citlivostí přijímače. Skutečná úroveň, která se požaduje, aby nezpůsobila v přijímači žádné rušení, je -123 dBm. Tato výsledná hodnota se požaduje, protože nejhorší situace nastane, když rušivý signál spadá do postranních pásem pracovního signálu s amplitudou na úrovni citlivosti přijímače. Pro standardní modulační signál 30 % AM, který se používá pro ověření citlivosti, jsou postranní pásma 13 dB pod úrovní nosné a normálně se specifikuje poměr signál/šum 10 dB. Aby nedocházelo k rušení, musí tedy být o $13 + 10 = 23$ dB níž, než citlivost přijímače -100 dBm, což je tedy -123 dBm. Kritérium, které vyžaduje, aby druhá harmonická složka byla 121 dB pod úrovní nosného kmitočtu, může být velmi přísné. Výskyt harmonických složek může někdy způsobovat rušení v pásmech, přidělených jiným radiokomunikačním službám.

Stanovení požadavku $34 \text{ dB}\mu\text{V}$ (-73 dBm) pro pohotovostní režim znamená, že úroveň signálu musí být v místě přijímače -115 dBm, což způsobuje nejmenší zhoršení za přítomnosti minimální úrovně zamýšleného signálu.

Situaci může zlepšit větší vzdálenost mezi anténami nebo jejich umístění tak, že mezi nimi není přímá viditelnost. V pásmu UHF také pomůže použití méně citlivé VHF antény místo izotropní. NCE03 nezapočítává žádné potlačení, spojené s kmitočtovými charakteristikami antén; i když výsledky v tomto případě nejsou neobvyklé. Zkouška NRE03, která se provádí pro regulaci vyzařovaných emisí rušivých a harmonických signálů, obsahuje ověření charakteristik antén.

Protože vzorec pro útlum signálu ve volném prostoru indikuje, že útlum je úměrný druhé mocnině vlnové délky, je zřejmé, že útlum šíření se s kmitočtem výrazně zvyšuje. Antény mají v kmitočtovém rozsahu nad 1 GHz mnohem větší směrovost a přijímače jsou vlivem větší šířky pásma mnohem méně citlivé.

Akviziční proces musí uvažovat s vypracováním dodavatelské dokumentace, pro určení úrovně potlačení na základě studia umístění antén na místě konkrétní instalace, kde se bude zařízení používat. Další oblastí může být uvolnění požadavků pro výkonové vysílače. Normalizované potlačení úrovně může způsobovat velké potíže při návrhu zařízení. Např. filtrování HF vysílače s výkonem 10 000 W může být velmi obtížné a může podstatně utlumit základní kmitočet. Nutná může být úprava mechanického provedení.

8.6.9.3.2 Zkušební postup

Protože zkušební postup měří emise na zaručovaných impedancích stínění a přenosových vedeních, jsou výsledky nezávislé na uspořádání zkoušeného zařízení. Není tedy nutno dodržovat uspořádání zkoušky popisované v základní části této kategorie.

Postup NCE03 používá techniku přímého propojení a neuvažuje tedy, jaký vliv budou mít charakteristiky antény na skutečně vyzařované úrovni.

Pro vysílače může výsledky měření ovlivnit výběr modulace a kmitočtu a pro zesilovače vstupní úroveň výkonu a modulace. Postup vyžaduje, aby tyto parametry produkovaly nejvyšší úroveň vyzařovaného spektra. Typicky nejhorší případ nastane, když se použije nejsložitější způsob modulace. Nejvyšší možné úroveň přivedené na zesilovač, obvykle produkuje největší počet harmonických složek a nejvyšší úroveň. I když některé zesilovače s automatickým řízením zisku mohou produkovat vyšší zkreslení při nižších úrovních přivedených na vstup zesilovače, protože v takovém případě se nastaví vyšší zisk. Podrobnosti analýzy výběru zkušebních parametrů se musí uvést ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP).

Obrázek NCE03-3 je určen pro přijímače a vysílače v pohotovostním režimu (standby). Útlumový člen na obrázku NCE03-3 se používá při přesných měřeních, pro snížení stojaté napěťové vlny (VSWR). Jeho jmenovitá hodnota je 10 dB, ale pokud je nutno dosáhnout vyšší citlivosti měření, může být i menší.

Uspořádání na obrázku NCE03-1 se používá pro vysílače s malým výkonem, kdy zamýšlené pracovní kmitočty nepřesahují 40 GHz. Útlumový člen musí mít velikost asi 20 dB nebo vyšší, aby dostatečně snížil výstupní výkon vysílače tak, aby nedošlo k saturaci vstupních obvodů měřicího přijímače. Pásmová zádrž na obrázku je naladěna na základní kmitočet zkoušeného zařízení a je určena ke snížení výkonu vysílače na úroveň, která nesníží citlivost nebo indukci rušivých signálů v měřicím přijímači. Útlum pásmové propusti i útlumového členu musí zabezpečit odpovídající citlivost měřicího systému. Celkový výkon, který přichází do měřicího přijímače, nesmí přesáhnout maximální povolenou vstupní úroveň udávanou výrobcem. Všechny útlumové prvky a filtry se musí kalibrovat v celém kmitočtovém pracovním pásmu měření.

Uspořádání na obrázku NCE03-2 je určeno pro vysílače s vysokým středním vysílacím výkonem. V případě vysílačů s integrovanou anténou je obvykle nutno měřit rušivé emise metodou vyzařování do prostoru dle NRE03.

Některé případy je nutno vyzkoušet za použití tabulky 501-4. Při měření rušivých a harmonických emisí zkoušeného zařízení v režimu vysílání, je vzhledem k šířce pásma měřicího přijímače vhodné, aby se použilo nejméně 90 % vysílaného výkonu signálu naladěného kmitočtu. Tato podmínka se vztahuje k výkonu, uvedenému ve specifikaci. Rušivé a harmonické složky mají obvykle stejné modulační charakteristiky jako nosný kmitočet. Protože postup měření srovnává úroveň rušivých a harmonických složek vzhledem k základnímu kmitočtu, není nutné, aby měřicí přijímač splňoval výše uvedené kritérium šířky pásma měřicího přijímače vzhledem k šířce pásma signálu. Pokud ovšem šířka pásma měřicího přijímače kritérium nesplňuje a rušivé a harmonické signály jsou umístěny v kmitočtovém pásmu specifikovaném v této normě, musí se použít jiná šířka pásma než v případě měření základního kmitočtu. Pro dosažení správných výsledků měření se tedy musí v tomto případě při měření rušivých a harmonických složek použít jiná šířka pásma, než při měření základního kmitočtu.

Při měření zařízení, které používá k přenosu energie vlnovod, se musí měřicí přijímač navázat přechodovým členem, který zajistí přenos z vlnovodu do koaxiálního vedení. Protože vlnovod slouží jako filtr typu horní propust, není třeba provádět měření na kmitočtech menších než $0,8 f_{co}$, kde f_{co} je mezní kmitočet vlnovodu.

8.6.9.4 NCE04 – Vedené emise, přechodové produkty přenášené napájecími vodiči

8.6.9.4.1 Použitelnost a meze

Pokud to akviziční orgán požaduje, musí se zkouška NCE04 provést na primárních kabelech střídavého (AC) a stejnosměrného (DC) napájení, které jsou připojeny ke zdrojům platformy.

Přechodové jevy způsobené spínáním kontaktů se generují zapínáním a vypínáním zkoušeného zařízení vnějšími vypínači napájení takového typu, který bude použit na místě skutečné instalace. Pokud není typ přepínačů znám nebo není dostupný, pak se musí použít vhodný typ s potřebným proudovým zatížením.

Funkční přechodové produkty způsobené spínáním se generují zapínáním a vypínáním zkoušeného zařízení síťovým vypínačem umístěným na zkoušeném zařízení. Dále se mohou tyto produkty generovat provozem zkoušeného zařízení, tj. normální činností v celém rozsahu funkcí zkoušeného zařízení.

8.6.9.4.2 Zkušební postup

Účelem této zkoušky je měření amplitudy a doby trvání přechodových produktů na vedení primárního zdroje, způsobených běžným provozem zkoušeného zařízení nebo jeho zapnutím a vypnutím. Tyto emitované produkty mohou vlivem různých vazeb pronikat z napájecích vodičů do jiných citlivých zařízení umístěných v místě instalace.

Pro střídavé zdroje se používá dvojitý „T“ filtr typu pásmová zádrž, který potlačuje kmitočet napájecího zdroje. Při použití tohoto filtru se všechny přechodové produkty, viditelné na osciloskopu, vztahují ke střídavému průběhu, za předpokladu, že se měření provádí mezi vrcholovou hodnotou přechodových produktů a referenční úrovní osciloskopu.

Přesné měření amplitudy přechodových produktů při této zkoušce může být někdy znehodnoceno vlivem vysoké amplitudy pracovního kmitočtu napájecího zdroje. Následně se popisuje návrh dvojitého „T“ filtru naladěného na pracovní kmitočet zdroje, který se připojí ke vstupu osciloskopu spolu s napěťovou sondou a který potlačuje napájecí kmitočet nejméně o 30 dB.

Obrázek 501-14 zobrazuje typickou napěťovou sondu, která je prostřednictvím dvojitého „T“ filtru připojena k osciloskopu. Pro zjednodušení, nejsou ostatní součástky, nutné pro zajištění širokopásmové funkce, zobrazeny. Typické hodnoty napěťové sondy a osciloskopu jsou následující: $Z_1 = 9 \text{ M}\Omega$ a $Z_0 = 1 \text{ M}\Omega$, což odpovídá útlumu sondy 10 ×. V případě sondy s oběma rezistory Z_1 (sériovým i bočním) se musí výstupní impedance sondy vypočítat.

Z dané impedance napěťové sondy v kombinaci s použitým osciloskopem se musí vypočítat hodnoty součástek dvojitého „T“ filtru pro daný pracovní kmitočet zdroje f_0 . Je nutno zajistit symetrii „T“ filtru na kmitočtech nad a pod kmitočtem f_0 .

Nechť
$$R = \sqrt{(2Z_1Z_0)} \text{ a } 2R = 2\sqrt{(2Z_1Z_0)}$$

Pro naladění filtru na kmitočet f_0 nechť $\omega_0 = 2\pi f_0$ pak $C = 1 / R\omega_0$ a $2C = 2 / R\omega_0$.

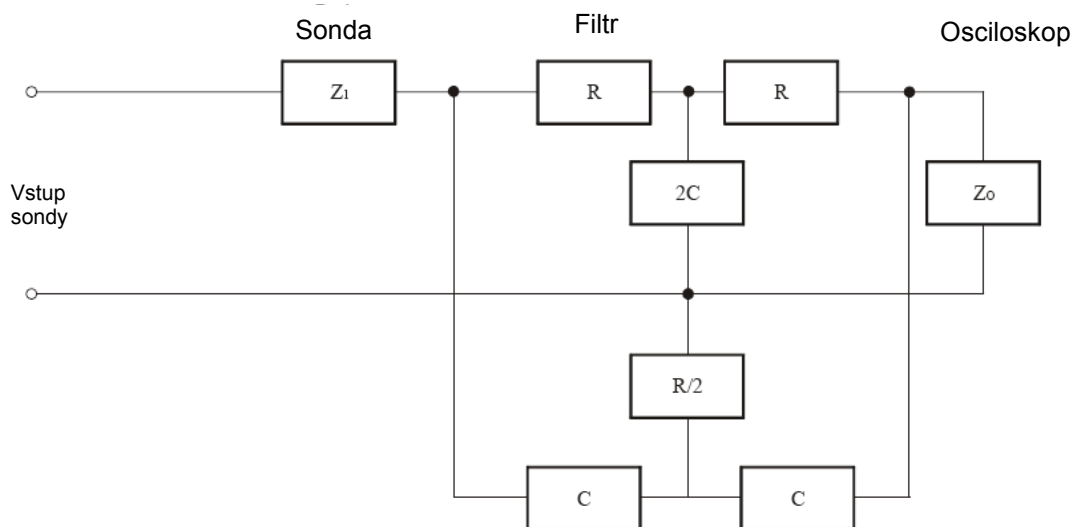
Pokud se pro sériovou i paralelní kombinaci použijí součástky s tolerancí 1 %, jsou obvykle výsledky uspokojivé. Součástky filtru se musí umístit ve stíněné krabičce s velmi krátkými spoji mezi nimi. Všimněte si, že celkový útlum sondy připojené k osciloskopu nad mezním kmitočtem je $A = Z_0 / (Z_1 + 2R + Z_0)$ a ne $Z_0 / (Z_1 + Z_0)$ jako v případě, kdy se filtr nepoužije. Pro sondu x10 a potlačovaný kmitočet 50 Hz, je útlum sondy bez filtru 20 dB zatímco s filtrem je to 25,3 dB, na všech kmitočtech s výjimkou blízkého okolí potlačeného kmitočtu. Mezi kmitočty 30 Hz a 82 Hz přesahuje útlum v okolí potlačeného kmitočtu 35 dB a 55 dB uvnitř intervalu $\pm 5 \%$.

Útlum kombinace sonda-filtr-osciloskop je nutno kalibrovat v celém požadovaném kmitočtovém pásmu z důvodu ověření, zda je potlačený kmitočet vhodně umístěn vzhledem k pracovnímu kmitočtu napájecího zdroje a útlum mimo potlačený kmitočet má konstantní navrženou hodnotu. Hodnota útlumu je nutná pro získání skutečné amplitudy měřeného průběhu. Při tomto kroku se může ukázat nutnost optimalizace širokopásmové charakteristiky sondy pomocí vnitřního nastavení sondy a jejím překalibrováním.

Pro uložení dat se musí použít rychlý paměťový osciloskop. Pokud se pracovní napájecí kmitočet nefiltruje, může se měření provést s ohledem na střídavý průběh. Toto se provádí redukcí časové základny a zvětšením průběhu přechodových produktů uložených v paměti osciloskopu.

Je nutno si uvědomit, že pro systémy pracující na kmitočtech napájecí sítě nebo s napětími jinými než je specifikováno v této normě, je možno použít různé mezní hodnoty. V takovém případě musí mezní hodnoty určit akviziční orgán.

Před vlastním provedením zkoušky se musí použitý spínač zkontrolovat. Je důležité, aby úrovně přechodových jevů způsobených vlastním spínačem nezamaskovaly jevy způsobené vlastním zkoušeným zařízením. Výše uvedený požadavek musí při zkoušce zajistit zkušebna. Uspořádání se musí provést na základě obrázků NCE04-2 a NCE04-3. Mezi použitím odporové zátěže nahrazující zkoušené zařízení s kondenzátorem 10 μF na každém vodiči vzhledem k zemní ploše a sondy osciloskopu umístěné přímo na každé straně spínače bude rozdíl. Hodnota zátěže musí být taková, aby ze zdroje tekla stejný proud jako v případě připojení zkoušeného zařízení.



OBRÁZEK 501-14 – Základní obvod kombinace sonda-filtr-osciloskop při zkoušce NCE04

8.6.9.5 NCE05 – Vedené emise, napájecí, signálové a řídicí vodiče, 30 Hz až 150 MHz

8.6.9.5.1 Použitelnost a meze

Zkoušku je možno použít pro napájecí, signálové a řídicí vodiče připojené ke zkoušenému zařízení a jejichž délka je větší než 1 m. Zvláštní pozornost je nutno věnovat vodičům, které jsou instalovány ve stejné instalační trubce, svazku nebo vedou k jiným zařízením stejné platformy a může dojít k jejich křížení. Tam, kde vnitřní vodiče EUT rozhraní mezi jeho jednotlivými částmi a žádná část instalace nejsou blíže než 150 mm od externích kabelů, je možno tyto kabely ze zkoušky vynechat.

Pokud mají optické kabely použité na místě instalace ochranný vodivý plášť, mohou být také předmětem této zkoušky, jestliže jsou umístěny v blízkosti jiných kabelů nebo zdrojů interference.

Zkoušku je možno také použít pro napájecí vodiče, včetně zpětných, které přivádějí napájení z jiných zdrojů a které nejsou součástí zkoušeného zařízení pro pozemní, námořní a letecké aplikace.

V případě střídavých zdrojů začíná použitelnost na druhé harmonické složce napájecího kmitočtu zkoušeného zařízení.

Zkouška se provádí pro regulaci úrovně vedené interference objevující se na kabelech zkoušeného zařízení, které mohou vytvářet vazbu se sousedními kabely vedoucími z jiných zařízení téže platformy.

Pro určení, zda je zkoušené zařízení vhodné k provedení této zkoušky, je nutno použít tabulku 501-7. Pokud akviziční orgán vyžaduje provádět zkoušku na vyšších kmitočtech než je uvedeno v metodice této zkoušky, musí se zkouška NCE02 nahradit zkouškou NCE05. Pokud se zkouška NCE05 provádí na vstupních

napájecích vodičích zkoušeného zařízení, je možno vynechat zkoušky NCE01 a NCE02.

Zkušební postup: Při zkoušce se musí použít LISN 5 μ H, protože její impedanční charakteristiky jsou na vyšších kmitočtech mnohem stabilnější než v případě LISN 50 μ H, používané při jiných zkouškách.

Při použití proudových sond je třeba postupovat opatrně a zajistit, aby zkoušený kabel procházel středem otvoru sondy pro lepší opakovatelnost měření. Při měření je mnohem výhodnější, když jsou měřené kabely umístěny v držácích. Při použití proudové sondy se vliv sousedních kabelů na měření minimalizuje jejich umístěním do maximální možné vzdálenosti.

Proudové sondy se umísťují na jednotlivé napájecí vodiče do vzdálenosti 50 mm od svorek LISN. Napájecí a zpětné kabely se musí měřit jednotlivě (nesymetrický režim) a ne jako dvojice (symetrický režim). Proudové sondy se musí umístit ve vzdálenosti 50 mm od konektorů každého zkoušeného signálového a řídicího vodiče. Pokud jsou signálové nebo řídicí vodiče delší než 2 m, pak se zkouška pro kmitočty vyšší než 30 MHz musí provést na obou koncích kabelu.

Měření pozadí se na napájecích vodičích provádí jako první a zkoušené zařízení je v tomto případě nahrazeno odporovou zátěží se stejnou spotřebou proudu, jako má zkoušené zařízení. Měření pozadí na signálových a řídicích vodičích se provádí s připojeným zkoušeným zařízením, které je vypnuto. Všechna pomocná zařízení musí být po celou dobu měření pozadí plně funkční a připojena, i když je jasné, že za některých okolností není možno plné funkčnosti dosáhnout z důvodů spolupráce se zkoušeným zařízením. Opatrně je také nutno postupovat při posuzování rušení z pomocných zařízení a kdykoliv je to možné, je nutno pomocí patřičných opatření nebo filtrů úrovně rušení minimalizovat.

Pro účely zkoušky se musí zkoušené zařízení napájet a pracovat v běžném režimu s monitorováním správné funkce.

8.6.9.6 NCS01 – Susceptibilita na vedené emise, napájecí vodiče, 30 Hz až 150 kHz

8.6.9.6.1 Použitelnost a meze

Zkouška je použitelná na napájecí vodiče, které napájejí zkoušené zařízení ze zdrojů, které nejsou jeho součástí. Nepoužívá se pro výstupní napájecí vodiče. Základním účelem je zjistit, zda funkce zařízení není zhoršena zvlněním napájecího napětí, které souvisí s povoleným zkreslením jeho průběhu.

Zkušební signál je použitelný pouze na straně vyššího napětí na základě poznatku, že se jedná o symetrické napětí mezi napájecími vodiči zkoušeného zařízení. Výsledkem řady injektážních technik použitých při zkoušce, jsou poklesy napětí na impedanci napájecích obvodů zkoušeného zařízení. Impedance zpětného vodiče je normálně nevýznamná s ohledem na vstupní napájecí svorky v celém kmitočtovém rozsahu. Na vyhodnocení napětí v nesymetrickém režimu se zaměřují jiné zkoušky susceptibility jako např. NCS07 a NRS02. Injektáž do zpětného vodiče bude mít za následek stejné symetrické napětí na napájecím vstupu; i když výsledkem bude vyšší napětí na zpětném vodiči zkoušeného zařízení vzhledem k zemní ploše, což se považuje za nereálné.

Stejně jako v případě NCE02 jsou mezní hodnoty navrženy s ohledem na normy popisující kvalitu napájení s důrazem na spektrální obsah uvedený v MIL-STD-704 [16]. Spíše, než jednotlivé křivky pro každé možné napájecí napětí, je lépe specifikovat pouze dvě křivky. Specifikovaná amplituda zkušebního napětí je přibližně 6 dB nad typickou mezní hodnotou kvality napájení, i když mezní hodnota byla v některých případech zobecněna, aby se nemusely používat složité křivky. Rezerva mezi mezní hodnotou a normou kvality napájení je nutná z důvodu rozptylu mezi vyráběnými položkami.

Rozdíl mezi mezními hodnotami zkoušek NCE02 a NCS01 (přibližně 26 dB) se nesmí považovat za rezervu. Mezní hodnota NCE02 je zvolena tak, že zvlnění napětí nepřesahuje hodnoty, které jsou uvedeny v normách pro určení kvality napájení vlivem interference z různých zkoušených zařízení. Norma pro kvalitu napájení se bere pouze jako základ pro srovnání.

Prvotní návrh výběru zkoušek pro akviziční proces v rámci dodavatelské dokumentace nastavuje mezní hodnoty pro následující, mnohem těsnější vazbu s konkrétní normou kvality napájení.

8.6.9.6.2 Zkušební postup

Protože zkušební napětí se váže sériově pomocí transformátoru, platí podle Kirchhoffova napěťového zákona, že napětí, které se objeví na výstupních svorkách transformátoru, se rozdělí po celém obvodu smyčky, kterou tvoří impedance vstupu zkoušeného zařízení a napájecího zdroje. Úroveň napětí specifikovaná jako mezní hodnota, se měří na vstupních svorkách zkoušeného zařízení, protože je možno oproti napětí na svorkách zdroje očekávat pokles vlivem jeho impedance.

Dřívější normy EMI používaly obvod pro posun fáze, který byl určen pro kompenzaci průběhu střídavého zdroje a umožňoval přímé měření zvlnění napětí na svorkách zkoušeného zařízení. Zatím, co tato zařízení velmi účinně kompenzovala průběh napájení, z hlediska měření dávala nesprávné výsledky zvlnění a nebylo je možno používat. Zařízení principiálně používaná k obrácení fáze vstupního napájecího průběhu, přidávaného k průběhu (vstupní napájení plus zvlnění) přiváděného ke zkoušenému zařízení, pravděpodobně produkují pouze zvlnění výstupu. Z hlediska správného průběhu napájení, musí i zařízení pracovat správně. I když, část zvlnění, která způsobuje poklesy vlivem impedance napájecího zdroje, způsobuje nesprávný průběh a spolu se zvlněním přivedeným na zkoušené zařízení produkuje nesprávné výsledky.

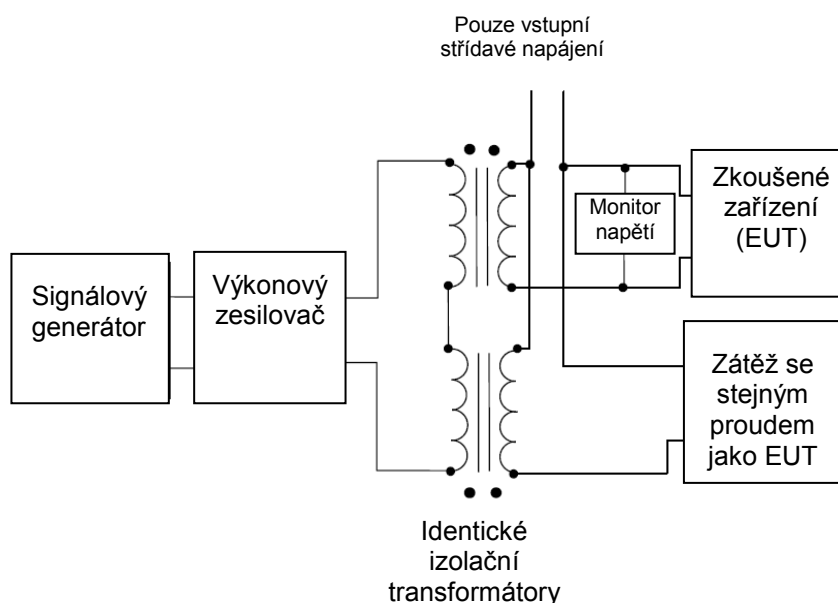
Napětí napájecího kmitočtu se objeví na primární straně injektčního transformátoru vlivem proudové zátěže tvořené zkoušeným zařízením. Větší proudová zátěž bude mít za následek vyšší napětí, které může způsobovat problémy. Napětí může způsobovat potenciální problémy výkonového zesilovače. Obvod uspořádaný na obrázku 501-15 toto napětí podstatně snižuje a chrání tak výkonový zesilovač. Tento vliv se zlepší použitím náhradní zátěže místo zkoušeného zařízení se stejnými vlastnostmi a připojením dalšího transformátoru tak, že se indukovaná napětí rovnají a fáze se vzhledem k napětí injektážního transformátoru liší o 180°. Pokud je to možné, musí mít náhradní zátěž stejný průběh napájení jako zkoušené zařízení.

Při počátečním zapnutí stejnosměrného převodníku (DC/DC) může převodník vygenerovat vysoké napětí na primárním vinutí injektážního transformátoru a může

dojít k poškození výkonového zesilovače. Jako ochrana se používá rezistor 5Ω , který se umístí na svorky primárního vinutí a odpojení transformátoru při prvotním zapnutí.

Injektovaný signál musí být sinusový. Saturace výkonového zesilovače nebo vazebního transformátoru může způsobit zkreslení průběhu.

Pokud není zpětný vodič napájení připojen k zemní ploše stíněného místa, má osciloskop plovoucí zem a je nutno použít oddělovací transformátor, aby nedošlo k úrazu elektrickým proudem. Je možno použít zesilovače diferenciálních sond, které převádějí diferenciální měření mezi živou částí a izolovanou zemí na měření, kdy je možno měřicí zařízení uzemnit. Tyto sondy mají výstup, který je vhodný pro měření osciloskopem nebo kmitočtově selektivním přijímačem s vysokou vstupní impedancí (přijímač musí umožňovat měřit vysoké vstupní napětí).



OBRÁZEK 501-15 – NCS01, ochrana výkonového zesilovače

8.6.9.7 NCS02 – Susceptibilita na vedené emise, řídicí a signálové vodiče, 30 Hz až 50 kHz

8.6.9.7.1 Použitelnost a meze

Zkouška se používá pro všechny řídicí a signálové vodiče připojené ke zkoušenému zařízení. Předmětem této zkoušky jsou také kabely, které obsahují napájecí vodiče spolu s řídicími a signálovými vodiči a musí se proto zkoušet jako svazek.

Zkouška se používá u kabelů, jejichž délka přesahuje 1 m. Účinnost vazby mezi kabely závisí na jejich délce a vzdálenosti mezi nimi. Elektromagnetické vyzařování produkují vodiče, ve kterých se mění proud nebo napětí. V blízkém poli (tj. na vzdálenost menší než $\lambda/2\pi$ příslušného kmitočtu) jsou indukované složky dominantní, ale tyto složky se rychle snižují se vzdáleností (úměrně s $1/d^2$ nebo $1/d^3$ kde d je vzdálenost mezi kabely). Ve vzdáleném poli (to je při vzdálenosti větší než $\lambda/2\pi$) je dominantní vyzařované pole, které se mění úměrně s $1/d$.

Mezní hodnoty této zkoušky jsou použitelné pro celou řadu vojenských instalací a musí se určit empiricky měřením. Akviziční orgán musí uvažovat o vytvoření mezních hodnot na kmitočtech, kde se očekává zvlnění o vysoké úrovni. V případě vzdušných sil, může být třeba, rozšířit kmitočtový rozsah zvýšených mezních hodnot (146 dB μ A) v závislosti na napětí napájecí sítě letadla. Pokud se například zařízení nainstaluje do letounu, jehož napájecí napětí se mění v kmitočtovém rozsahu 359 Hz až 800 Hz, pak musí zvýšená povolená mezní hodnota pokrývat celé toto pásmo.

8.6.9.7.2 Zkušební postup

Zkušební vodiče musí být vhodně dimenzované a dostatečně pružné, aby bylo možno vytvořit vazbu se zkoušeným kabelovým svazkem. Na každém metru zkoušeného kabelového svazku musí zkušební vodič vytvořit dva závity tak, aby pokrývaly zkoušený vodič v rozsahu 15 cm od koncových konektorů.

Zkušební vodiče se musí napájet specifikovaným proudem v celém kmitočtovém rozsahu a musí se vhodným způsobem monitorovat např. ampérmetrem nebo proudovou sondou schopnou měřit proud do 50 kHz. Zkoušený kabelový svazek se musí umístit na nevodivou podložku 5 cm nad zemní plochu.

Zkušební signál musí obsahovat nemodulovaný nosný kmitočet a musí mít v celém kmitočtovém rozsahu požadovaný zkušební mezní proud.

V případě poruchy se musí zkušební proud snižovat, dokud se porucha neodstraní. Pak se musí stanovit a zaznamenat nová mezní prahová hodnota

8.6.9.8 NCS03 – Susceptibilita na vedené emise, anténní vstup, intermodulace, 15 kHz až 10 GHz

8.6.9.8.1 Použitelnost a meze

Účelem této zkoušky je zjistit odezvu přijímacího podsystemu spojeného s anténou na rušivé signály v pracovním kmitočtovém pásmu, které jsou produktem dvou rušivých signálů mimo propustné pásmo podsystemu a jsou způsobené jeho nelineárními prvky. Zkouška se provádí na přijímačích, vysílačích/přijímačích, zesilovačích apod. Vlivem velké rozmanitosti provedení podsystemu, je nutno použitelnost toho typu požadavku a mezní hodnoty určit pro každou aplikaci zvlášť. Požadavky je nutno specifikovat tak, aby byly v souladu s charakteristikami zpracování signálu v podsystemu a dále je nutno pro ověření požadavku určit konkrétní zkušební postup.

V prvním přiblížení se při určování požadovaných úrovní pro signály mimo propustné pásmo vychází z analýzy elektromagnetického prostředí a charakteristik přijímacích antén. I když, úrovně vypočtené tímto způsobem často kladou velké nároky na návrh přijímače. Jestliže se např. předpokládá okolní elektromagnetické prostředí 200 V/m, pak izotropní anténa na kmitočtu 300 MHz přivede na vstup přijímače úroveň 39 dBm. Tato úroveň přesahuje pro celou řadu přijímačů povolenou vstupní hodnotu. Alternativním způsobem je možnost jednoduše specifikovat úrovně, které se uvádí jako technické parametry konkrétního přijímače.

Tato zkouška je určena hlavně pro superheterodynní přijímače s pevným nebo přeladitelným pracovním kmitočtem. Předchozí verze této normy požadovala běžný provoz systému se dvěma zkušebními signály mimo propustné pásmo s úrovní

66 dB nad úrovní požadovanou pro dosažení standardního referenčního výstupu přijímače. Jeden signál měl vzhledem k referenci úroveň o 80 dB vyšší v pásmech 2 MHz až 25 MHz a 200 MHz až 400 MHz, pro zohlednění zařízení pracujících v pásmu HF a UHF. Maximální úroveň pro oba signály byla omezena na hodnotu 10 dBm. Např. běžně používané konvenční přijímače mají citlivost kolem -100 dBm. V tomto případě představuje požadavek 66 dB nad referenční úrovní hodnotu -34 dBm a 80 dB nad referenční úroveň hodnotu -20 dBm. Obě úrovně jsou podstatně nižší, než hodnota 10 dBm používaná v minulosti.

Pro jiné typy přijímačů je použití této zkoušky často méně proveditelné a je třeba postupovat opatrně, aby se zajistilo, zda byly požadavky použity správně. Mnoho přijímačů je navrženo tak, aby byly odolné proti rušení nebo zablokování a tato vlastnost může způsobit, že je použití této zkoušky obtížné nebo nemožné.

Jedním z komplikujících faktorů použití je skutečnost, že jeden ze zkušebních signálů mimo propustné pásmo je modulován průběhem, pro který je přijímač navržen. V případě přijímačů, které zpracovávají velmi specifické modulační signály, existuje otázka, zda je možno mimo pracovní pásmo zkušební signál s takovou modulací skutečně očekávat. Další faktor je svázán s potenciálními intermodulačními produkty dvou zkušebních signálů. Odezvy intermodulačních produktů, které se mohou vyskytnout je možno předpovědět ze vztahu $f_0 = mf_1 \pm nf_2$, kde f_0 je pracovní kmitočet přijímače, m a n , jsou celá čísla a f_1 a f_2 jsou zkušební signály mimo pracovní pásmo. V případě přijímačů, které mohou měnit kmitočet průběžně (jako je pohyblivý kmitočet nebo kmitočtový skok), bude vztah platit pouze pro určitou část pracovního času přijímače, pokud se zkušební signály mimo propustné pásmo průběžně nepřeladují nebo pokud není provozní režim pro účely zkoušky vhodně upraven.

8.6.9.8.2 Zkušební postup

Pro tuto zkoušku nejsou v hlavní části této normy žádné postupy. Protože v současnosti existuje velké množství různých systémů přijímačů, musí se požadavky pro specifické provozní režimy přijímače stanovit před vlastním provedením zkoušky. V tomto článku se uvádějí pouze základní obecné techniky zkoušení.

Zkouška intermodulace se může použít pro různé přijímací podsystemy, jako jsou přijímače, RF zesilovače, radiostanice a odpovídáče.

Pro správné provedení zkoušky intermodulační odezvy, musí být známy některé vstupní/výstupní charakteristiky přijímače. Tyto charakteristiky se musí obecně určit zkouškou. Je nutno znát maximální vstupní signál, který je přijímač schopen zpracovat bez saturace pro zajištění, že se použijí vhodné zkušební úrovně, aby se při zkoušce vyhodnotily skutečné rušivé vlivy. Dále je nutno znát charakteristiky propustného pásma přijímače, které jsou důležité pro určení kmitočtů v blízkosti nosného kmitočtu f_0 , které budou ze zkoušky vypuštěny. Požadavky zkoušky se obecně vyjadřují v relativních jednotkách stupně potlačení, specifikováním rozdílu mezi úrovněmi potenciale intermodulačních signálů a skutečnou citlivostí zkoušeného přijímače. Určení citlivosti přijímače je tedy dalším důležitým parametrem zkoušky.

Základní myšlenkou zkoušky je kombinace dvou signálů mimo propustné pásmo, které se přivedou na anténní konektor přijímače a přijímač se pak monitoruje z hlediska nepožadované odezvy. Jeden zkušební signál se moduluje způsobem,

který se přijímačem očekává. Druhý signál je běžná netlumená vlna (CW). Obrázek 501-16 ukazuje obecné uspořádání zkoušky.

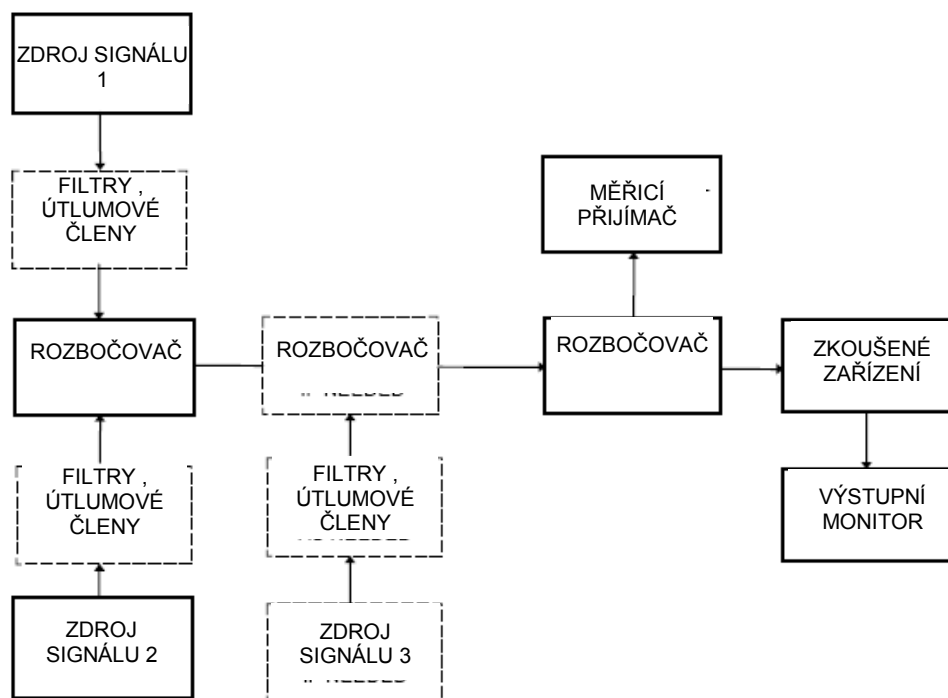
Pro aplikace, kdy přijímač neposkytuje indikaci rušení bez toho, že je přítomen přijímaný signál, se musí přidat třetí signál, který představuje nosný kmitočet přijímaného signálu. Uspořádání může být také vhodné pro některé přijímače zpracovávající speciální typy modulace, které není možno očekávat jako signály mimo pracovní pásmo. V takovém případě je možno zvolit oba signály jako sinusové průběhy.

Zkušební kmitočty musí být zvoleny tak, že $f_0 = 2f_1 - f_2$ kde f_0 je naladěný kmitočet přijímače a f_1 a f_2 jsou kmitočty zdrojů signálu. Rovnice představuje rušivé produkty třetího řádu, které mají na funkci přijímače největší vliv. Kmitočty f_1 a f_2 se musí rozmítat nebo krokovat v celém pracovním kmitočtovém rozsahu tak, aby byla splněna výše uvedená rovnice. Je důležité ověřit, že odezva zaznamenaná během zkoušky, je skutečně způsobena zkušebními signály. Odezvy mohou být způsobeny jednoduchým nedostatkem potlačení jednoho ze zkušebních signálů nebo harmonickými produkty zdrojů signálu. Pokud je to nutné, vypínejte jednotlivé zdroje signálů a vyhledejte ty kmitočty, které způsobují odezvu přijímače.

U přijímačů se vstupním směřováním a filtrací v anténním modulu, se může zkouška provádět na základě vyzařování zkušebních signálů do prostoru. Všechny potřebné signály se musí vyzařovat a zajistit, aby sledované rušivé odezvy přijímače byly skutečně způsobeny přijímačem a ne jinými přístroji na zkušebním místě. Zkušební plán elektromagnetické interference (EMITP) musí obsahovat typ antény, umístění, polarizaci a techniku zkoušení. Zkouška většinou vyžaduje provedení v semianechoické komoře.

U přijímačů s kmitočtovým skokem (hopping) je jediným možným řešením zvolit f_0 uvnitř pásma skoku a nastavit zkušební signály podle výše uvedeného postupu. Provoz přijímače se musí pak vyhodnotit podle skoku přijímače. Pokud přijímač s kmitočtovým skokem umožňuje režim, kdy je možno nastavit pevný kmitočet, musí se zkouška provádět také v tomto režimu.

Běžnými chybami při provádění této zkoušky je přisuzování odezev, které jsou ve skutečnosti způsobeny harmonickými složkami zdroje zkušebního signálu nebo rušivými produkty generovanými zkušební sestavou, zkoušenému zařízením. Je tedy velmi důležité ověřit, že signály, které se objeví na anténním vstupu zkoušeného zařízení, jsou pouze zamýšlené signály zjištěné měřicím přijímačem dle obrázku 501-16. Zkreslení signálu mohou způsobit poškozené, zkorodované a nesprávné součástky a výsledkem je pak nesprávné vyhodnocení zkoušky. Také monitorování může produkovat chyby způsobené filtry, útlumovými členy, vazebními členy a kabely.



OBRÁZEK 501-16 – Základní uspořádání zkoušky NCS03

Typickými údaji potřebnými pro tuto zkoušku, které se musí uvést v protokolu o zkoušce elektromagnetické interference (EMITR), jsou citlivost zkoušeného přijímače, úrovně zkušebních signálů, rozsah kmitočtového rozmítání, pracovní kmitočty přijímače a kmitočty a prahové úrovně, při kterých došlo k reakci přijímače.

8.6.9.9 NCS04 – Susceptibilita na vedené emise, anténní vstup, potlačení nežádoucích signálů, 30 Hz až 20 GHz

8.6.9.9.1 Použitelnost a meze

Účelem této zkoušky je zjistit reakci přijímacího podsystemu spojeného s anténou na signály mimo pracovní propustné pásmo podsystemu. Požadavky se mohou použít pro přijímače, radiostanice, zesilovače a podobná zařízení. Vlivem velké rozmanitosti provedení podsystemů, je nutno použitelnost toho typu požadavku a mezní hodnoty určit pro každou aplikaci zvlášť. Požadavky se musí specifikovat tak, aby byly v souladu s charakteristikami zpracování signálu podsystemem a dále je nutno určit konkrétní zkušební postup pro ověření splnění požadavku.

V prvním přiblížení se při určování požadovaných úrovní pro signály mimo propustné pásmo vychází z analýzy elektromagnetického prostředí a charakteristik přijímacích antén. I když, úrovně vypočtené tímto způsobem často kladou velké nároky na návrh přijímače. Jestliže se např. předpokládá okolní elektromagnetické prostředí 200 V/m, pak izotropní anténa na kmitočtu 300 MHz přivede do přijímače úroveň 39 dBm. Tato úroveň přesahuje pro celou řadu přijímačů povolenou vstupní hodnotu. Alternativním způsobem je možnost jednoduše specifikovat úrovně, které jsou uváděny jako technické parametry konkrétního přijímače.

Tato zkouška je určena hlavně pro superheterodynní přijímače s pevným nebo laditelným kmitočtem.

Pro jiné typy přijímačů je použití této zkoušky často méně proveditelné a je třeba postupovat opatrně, aby se zajistilo, že požadavky byly použity správně. Mnoho přijímačů je navrženo tak, aby byly odolné proti rušení nebo zablokování a tato vlastnost může způsobit, že je použití této zkoušky obtížné nebo nemožné.

Zkouška se obvykle provádí použitím jednoho nebo dvou zkušebních signálů. Pokud se jedná o zkoušku jedním signálem, tak se použije signál s kmitočtem mimo pracovní pásmo přijímače, který je modulován způsobem, pro který je přijímač navržen. Žádný signál umístěný v pracovním pásmu se nepoužívá. V případě přijímačů, které zpracovávají velmi specifické modulace, existuje otázka, zdali zkušební signál mimo pásmo může takovou modulaci reálně očekávat. Alternativní metodou je použití dvou signálů. Jeden signál je umístěn v pracovním kmitočtovém pásmu, a je modulován způsobem, pro který je přijímač navržen. Druhý signál je umístěn mimo pracovní pásmo a může být modulován nebo nemodulován. Kritériem je požadavek, že nesmí dojít k žádnému zhoršení příjmu užitečných signálů.

8.6.9.9.2 Zkušební postup

Pro tuto zkoušku nejsou v hlavní části této normy žádné postupy. Protože v současnosti existuje velké množství různých systémů přijímačů, musí se požadavky pro specifické provozní režimy přijímače stanovit před vlastním provedením zkoušky. V tomto článku se uvádějí pouze základní obecné techniky zkoušky.

Zkouška vstupního potlačení se může použít pro různé přijímací podsystémy, jako jsou přijímače, RF zesilovače, radiostanice a odpovídáče.

Pro správné provedení zkoušky susceptibility na rušení, musí být známy některé vstupní charakteristiky přijímače. Tyto charakteristiky se musí obecně určit zkouškou. Maximální vstupní signál, který je přijímač schopen zpracovat bez saturace je nutno znát pro zajištění, aby se použily vhodné zkušební úrovně a že se při zkoušce vyhodnotí skutečné rušivé vlivy. Dále je nutno znát charakteristiky propustného pásma přijímače, které jsou důležité pro určení kmitočtů v blízkosti nosného kmitočtu, které budou ze zkoušky vypuštěny. Požadavky zkoušky se obecně vyjadřují v relativních jednotkách stupně potlačení specifikováním rozdílu mezi úrovněmi potenciálně rušivých signálů a skutečnou citlivostí zkoušeného přijímače. Určení citlivosti přijímače je tedy dalším důležitým parametrem zkoušky.

Základní myšlenkou zkoušky je použití signálů mimo propustné pásmo, které se přivedou na anténní konektor přijímače a přijímač se pak monitoruje z hlediska nepožadované odezvy. Obrázek 501-17 ukazuje obecné uspořádání zkoušky. Existují dvě obecné techniky provedení této zkoušky, kdy se použije jeden nebo dva signály. Pokud se jedná o zkoušku jedním signálem, tak se použije signál s kmitočtem mimo pracovní pásmo přijímače, který je modulován způsobem, pro který je přijímač navržen. Signál se pak rozmítá v pracovním kmitočtovém rozsahu a monitoruje se neočekávaná reakce přijímače. Při použití dvou zkušebních signálů, se použije vhodným způsobem modulovaný signál naladěný na pracovní kmitočet přijímače. Úroveň signálu se obvykle specifikuje tak, aby byla v blízkosti vstupní citlivosti přijímače. Druhý signál je nemodulovaný a rozmítá se v pracovním

pásmu, zatímco přijímač se monitoruje z hlediska změn způsobených pracovním signálem.

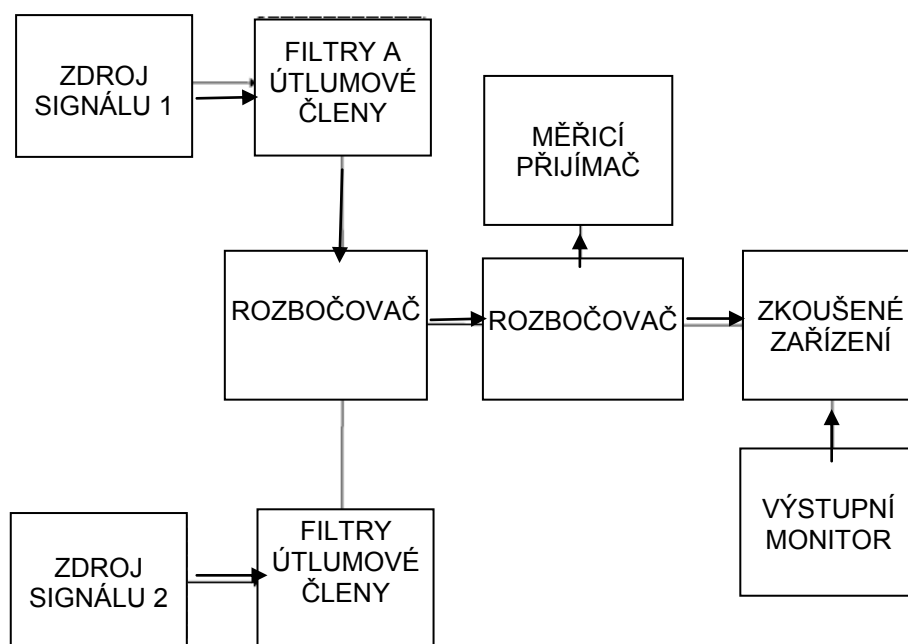
Metoda dvou signálů se může použít pro velkou většinu přijímačů. Zkušební postup s jedním signálem je vhodný pro přijímače, které vyhledávají signál pro zachycení, protože jejich reakce je při zachycení signálu rozdílná. U některých přijímačů je pro získání kompletních charakteristik nutno použít obě metody zkoušky.

U přijímačů s kmitočtovým skokem (hopping) je jediným možným řešením zvolit metodu s jedním signálem, pokud zkoušené zařízení neumožňuje naladit pevný kmitočet (včetně kmitočtového rozmítání v rozsahu skoku) pro vyhodnocení odolnosti přijímače proti zablokování/rušení. Pokud přijímač s kmitočtovým skokem umožňuje režim, kdy je možno nastavit pevný kmitočet, musí se zkouška provádět také v tomto režimu.

U přijímačů se vstupním směšováním a filtrací v anténním modulu je nutno zkoušku provádět vyzařováním zkušebních signálů. Všechny potřebné signály se musí vyzařovat a zajistit, aby sledované rušivé odezvy přijímače byly skutečně způsobeny přijímačem a ne jinými přístroji na zkušebním místě. Zkušební plán elektromagnetické interference (EMITP) musí obsahovat typ antény, umístění, polarizaci a techniku měření. Zkouška může vyžadovat provedení v anechoické komoře.

Běžnou chybou při provádění této zkoušky je přisuzování nesprávného chování, které je ve skutečnosti způsobeno harmonickými složkami zdroje zkušebního signálu nebo rušivými produkty, generovanými zkušební sestavou, zkoušenému zařízení. Je tedy velmi důležité ověřit, že signály které se objeví na anténním vstupu zkoušeného zařízení, jsou pouze zamýšlené signály zjištěné měřicím přijímačem dle obrázku 501-17. Zkreslení signálu mohou způsobit poškozené, zkorodované a nesprávné součástky a výsledkem je pak nesprávné vyhodnocení zkoušky. Také monitorování může produkovat chyby způsobené filtry, útlumovými členy, vazebními členy a kabely.

Typickými údaji potřebnými pro tuto zkoušku, které se musí uvést v protokolu o zkoušce elektromagnetické interference (EMITR) jsou citlivost zkoušeného přijímače, úroveň zkušebních signálů, rozsah kmitočtového rozmítání, pracovní kmitočty přijímače, stupeň potlačení (dB) a kmitočty a prahové úrovně při kterých došlo k reakci přijímače.



OBRÁZEK 501-17 – Základní uspořádání zkoušky NCS04

8.6.9.10 NCS05 – Susceptibilita na vedené emise, anténní vstup, křížová modulace, 30 Hz až 20 GHz

8.6.9.10.1 Použitelnost a meze

Účelem zkoušky je zjištění reakce podsystemu přijímače spojeného s anténou na modulaci, která se přenáší ze signálu mimo pracovní pásmo na signál v pracovním pásmu. Efekt je způsoben silnými signály mimo pracovní pásmo, v blízkosti pracovního kmitočtu přijímače tím, že se moduluje zisk ve vstupní části přijímače, který pak způsobuje kolísání amplitudy pracovního signálu. Zkouška se může provádět pouze u přijímačů, vysílačů/přijímačů, zesilovačů a podobných zařízení, která zpracovávají amplitudově modulované signály. Protože existuje velké množství různých provedení podsystemů, je nutno použití této zkoušky a mezních hodnot určit pro každý akviziční proces samostatně. Požadavky je také třeba přizpůsobit způsobu zpracování signálu a konkrétnímu postupu při zkoušce, který se použije pro ověření splnění požadavků.

V prvním přiblížení se při určování požadovaných úrovní pro signály mimo propustné pásmo vychází z analýzy elektromagnetického prostředí a charakteristik přijímacích antén. I když úrovně vypočtené tímto způsobem často kladou velké nároky na návrh přijímače. Jestliže se např. předpokládá okolní elektromagnetické prostředí 200 V/m, pak izotropní anténa na kmitočtu 300 MHz přivede na přijímač úroveň 39 dBm. Tato úroveň přesahuje pro celou řadu přijímačů povolenou vstupní hodnotu. Alternativním způsobem je možnost jednoduše specifikovat úrovně, které jsou uváděny jako technické parametry konkrétního přijímače.

Tato zkouška je určena hlavně pro superheterodynní přijímače s pevným nebo laditelným kmitočtem.

Pro další typy přijímačů je použití této zkoušky často méně proveditelné a je třeba postupovat opatrně, aby se zajistilo, že požadavky byly použity správně. Mnoho přijímačů je navrženo tak, aby byly odolné proti rušení nebo zablokování a tato vlastnost může způsobit, že je použití této zkoušky obtížné nebo nemožné.

Jedním z faktorů použití je skutečnost, že jeden ze zkušebních signálů mimo propustné pásmo je modulován průběhem, pro který je přijímač navržen. V případě přijímačů, které zpracovávají velmi specifické modulace, existuje otázka, zdali zkušební signál mimo pásmo může takovou modulaci reálně očekávat. Dalším faktorem je skutečnost, že signál mimo pásmo se normálně specifikuje v blízkosti pracovního kmitočtu přijímače. V případě přijímačů, které mohou měnit kmitočet průběžně (jako je pohyblivý kmitočet nebo kmitočtový skok), bude vztah platit pouze pro určitou část pracovního času přijímače, pro pevný zkušební kmitočet mimo pracovní pásmo.

8.6.9.10.2 Zkušební postup

Pro tuto zkoušku nejsou v hlavní části této normy žádné postupy. Protože v současnosti existuje velké množství různých systémů přijímačů, musí se požadavky pro specifické provozní režimy přijímače stanovit před vlastním provedením zkoušky. V tomto článku se uvádějí pouze základní obecné techniky zkoušky.

Zkoušky křížové modulace se musí používat pouze pro přijímací podsystemy, jako jsou přijímače, RF zesilovače, vysílače/přijímače a opakovače, které zpracovávají signály s amplitudovou modulací.

Pro správné provedení zkoušky křížové modulace, musí být známy některé vstupní charakteristiky přijímače. Tyto charakteristiky se musí obecně určit zkouškou. Pro zajištění, aby se použily vhodné zkušební úrovně, je nutno při zkoušce znát maximální vstupní signál, který je přijímač schopen zpracovat bez saturace. Dále je nutno znát charakteristiky propustného pásma přijímače, které jsou důležité pro určení kmitočtů v blízkosti nosného kmitočtu, které budou ze zkoušky vypuštěny. Požadavky zkoušky se obecně vyjadřují v relativních jednotkách stupně potlačení, specifikováním rozdílu mezi úrovněmi potencionálně rušivých signálů a skutečnou vstupní citlivostí zkoušeného přijímače. Určení vstupní citlivosti přijímače je tedy dalším důležitým parametrem zkoušky.

Základní myšlenkou zkoušky je použití modulovaného signálu mimo propustné pásmo, který se přivede na anténní konektor přijímače a zjišťuje se, zda se modulace přenáší na nedomulovaný signál a přijímač reaguje nežádaným způsobem. Pokud to vyžadují charakteristiky přijímače, může nastat případ, kdy se signál uvnitř pásma musí modulovat. Úroveň signálu se obvykle volí v blízkosti vstupní citlivosti přijímače. Zkušební signál mimo pásmo se moduluje způsobem, pro který je přijímač určen. Pak se rozmítá v odpovídajícím kmitočtovém rozsahu, zatímco přijímač se monitoruje z hlediska nežádoucích reakcí. Zkouška se obvykle provádí v pracovním kmitočtovém rozsahu + mezifrekvenční kmitočet přijímače (IF) vystředěný na naladěný kmitočet přijímače. Obrázek 501-18 ukazuje základní uspořádání zkoušky.

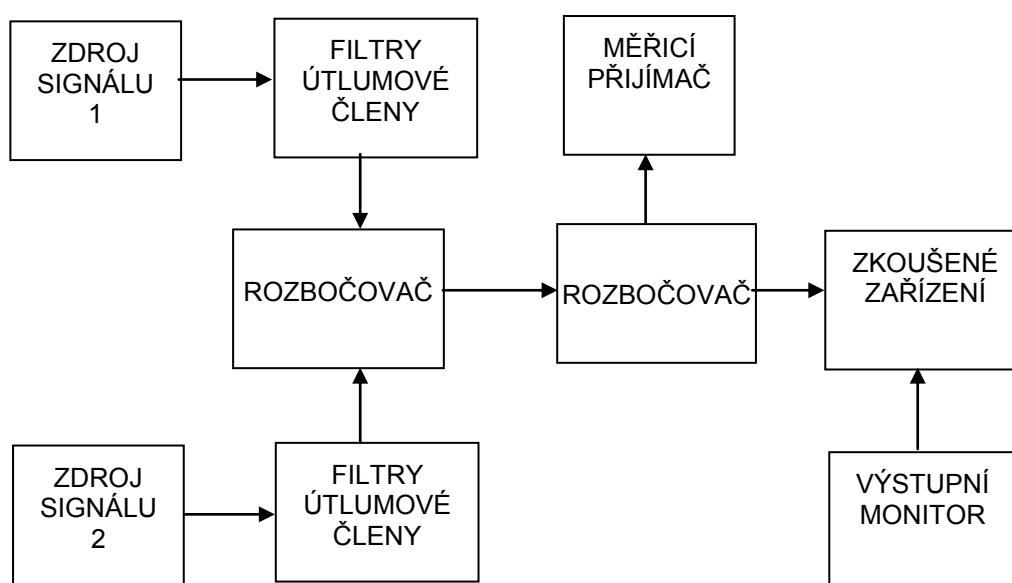
U přijímačů se vstupním směřováním a filtrací v anténním modulu je nutno zkoušku provádět vyzařováním zkušebních signálů. Všechny potřebné signály se musí vyzařovat a zajistit, aby sledované rušivé odezvy přijímače byly skutečně způsobeny

přijímačem a ne jinými přístroji na zkušebním místě. Zkušební plán elektromagnetické interference (EMITP) musí obsahovat typ antény, umístění, polarizaci a techniku měření. Zkouška může vyžadovat provedení v anechoické komoře.

U přijímačů s kmitočtovým skokem (hopping) je jediným možným řešením, zvolit f_0 uvnitř pásma skoku a nastavit zkušební signály podle výše uvedeného postupu. Provoz přijímače se pak musí vyhodnotit podle skoku přijímače. Pokud přijímač s kmitočtovým skokem umožňuje režim, kdy je možno nastavit pevný kmitočet, musí se zkouška provádět také v tomto režimu.

Je tedy velmi důležité ověřit, že signály které se objeví na anténním vstupu zkoušeného zařízení, jsou pouze zamýšlené signály zjištěné měřicím přijímačem dle obrázku 501-18. Zkreslení signálu mohou způsobit poškozené, zkorodované a nesprávné součástky a výsledkem je pak nesprávné vyhodnocení zkoušky. Také monitorování může způsobit ztráty způsobené filtry, útlumovými členy, vazebními členy a kabelem.

Typickými údaji potřebnými pro tuto zkoušku, které se musí uvést v protokolu o zkoušce elektromagnetické interference (EMITR), jsou vstupní citlivost zkoušeného přijímače, úroveň zkušebních signálů, rozsah kmitočtového rozmitání, pracovní kmitočty přijímače a kmitočty a prahové úrovně, při kterých došlo k reakci přijímače.



OBRÁZEK 501-18 – Základní uspořádání zkoušky NCS05

8.6.9.11 NCS06 – Susceptibilita na vedené emise, únikový proud, 60 Hz až 100 kHz

8.6.9.11.1 Použitelnost a meze

Jedná se o speciální zkoušku, která se provádí pouze u velmi citlivých zařízení (1 μV nebo citlivější), jako jsou přelaďované přijímače pracující v celém kmitočtovém pásmu zkoušky. Základní myšlenkou zkoušky je zjistit, zda není zařízení ovlivňováno

magnetickým polem, které vzniká bludnými proudy ve struktuře instalace nebo v krytech zkoušeného zařízení. Magnetická pole mají poměrně nízkou úroveň, takže většina obvodů jimi ovlivněna není.

Odhad se může provést na základě indukovaných napětí, která jsou způsobena zkušebními proudy zkoušky NCS06. Magnetické pole indukovaných napětí uvnitř smyčky se odvodí z Faradayova zákona:

$$(U = -\frac{d\phi}{dt})$$

Pro konstantní magnetické pole, kolmé na plochy smyčky, se Faradayův zákon zredukuje následovně:

$$U = -2\pi fBS$$

kde

f = kmitočet,

B = magnetická indukce,

S = plocha smyčky.

Protože z Faradayova zákona lze odvodit, že napětí je úměrné kmitočtu, pak maximální napětí ze zkušebních proudů NCS06 se bude indukovat ve zlomovém bodě křivky pro danou plochu smyčky, což odpovídá kmitočtu 20 kHz. Protože křivka na kmitočtech nižších než 20 kHz klesá pouze se strmostí 10 dB/dekádu, bude se indukované napětí se stoupajícím kmitočtem zvyšovat. Strmý pokles v okolí kmitočtu 20 kHz způsobí, že indukované napětí bude klesat se zvyšujícím se kmitočtem.

Jestliže se předpokládá, že se zkušební proud 103 dB μ A s kmitočtem 20 kHz, specifikovaný v požadavku, rozloží na čtvercové ploše o hraně 10 cm rovnoměrně, hustota povrchového proudu a výsledná intenzita magnetického pole u povrchu bude 1,41 A/m. Tato hodnota odpovídá magnetické indukci 1,77 $\cdot 10^{-6}$ T ve vzduchu. Jestliže se dále předpokládá, že je toto pole rovnoměrně rozloženo v obvodové smyčce krytu s plochou 0,001 m² (např. se stranami 200 x 5 mm), je možno za použití Faradayova zákona určit, že indukované napětí bude 222 μ V.

Stejný výpočet pro kmitočty 400 Hz a 100 kHz vede k napětí 31 μ V respektive 8 μ V.

Je zřejmé, že odpovídající provedení, jako je např. správný způsob zemnění, minimalizuje plochu smyčky a v nesymetrickém režimu je třeba použít vhodný způsob potlačení, aby se předešlo případným problémům s velmi citlivými obvody používaných např. v ponorkách, jako jsou např. laděné přijímače pracujících na nízkých kmitočtech, i když úrovně jsou hluboko pod vstupní citlivostí typických obvodů používaných v jiných zařízeních.

Mezní hodnoty jsou odvozeny z provozních problémů způsobovaných proudy tekoucími kryty přístrojů a laboratorních měření s ohledem na charakteristiky vybraných přijímačů.

Nedoporučují se žádné úpravy požadavků.

8.6.9.11.2 Zkušební postup

Musí se provést elektrické propojení s vnější strukturou zkoušeného zařízení a minimalizovat poškození vnějších povrchů. Jako zkušební body se musí použít zemnicí šrouby nebo výčnělky v okolí diagonálních rohů zkoušeného zařízení. Spojení se musí provést pomocí svorek nebo přichytek s vodiči. Jestliže nejsou v diagonálních rozích dostupné použitelné zkušební body, je možno pro přivedení zkušebních signálů použít zkušební sondy s ostrými hroty.

Požadavek, že zkušební vodiče se musí orientovat kolmo k povrchu nejméně v délce 0,5 m, minimalizuje povrchové proudy z magnetických polí způsobených proudem tekoucím zkušebními vodiči.

K provedení zkoušky jsou vhodné vazební transformátory používané při NCS01. Elektrické oddělení vazebními transformátory eliminuje potřebu použití zesilovačů a zdrojů signálu s plovoucími zeměmi, které mohou způsobit úraz elektrickým proudem.

8.6.9.12 NCS07 – Susceptibilita na vedené emise, injektáž do kabelových svazků, 10 kHz až 200 MHz

8.6.9.12.1 Použitelnost a meze

Zkouška se používá pro všechny elektrické kabely, které procházejí kryty zkoušeného zařízení. Základní myšlenkou je simulovat proudy, vznikající v kabelech a jsou způsobeny elektromagnetickými poli, generovanými anténami vysílačů umístěných na platformě nebo anténami vzdálených vysílačů. Vyšetřování elektromagnetického prostředí letadlových lodí, které se provádělo z údajů získaných z devíti letadlových lodí, ukázalo, že jsou přítomny významné úrovně elektrického pole. Měření vysílačů umístěných na palubě ukázalo v kmitočtovém pásmu 2 MHz až 30 MHz úrovně až 42 V/m. Zařízení umístěná na palubě musí v kmitočtovém pásmu 2 až 30 MHz vyhovovat mezím, které se používají pro nekovové trupy lodí (podpalubí). Navíc se musí v kmitočtovém pásmu 4 kHz až 1 MHz nízkofrekvenční meze (77 dB μ A) pro zařízení umístěná na lodích a ponorkách s tranzistorovými zdroji (na rozdíl od elektromechanických zdrojů) pro simulaci nesymetrických proudů, které byly zjištěny na kabelech střídavých zdrojů. Proudů naměřené v nesymetrickém režimu překračují předchozí meze NCS07 pro lodě (s kovovým trupem, podpalubí) a ponorky (vnitřek) až o 50 dB.

Výhodou tohoto typu zkoušky je, že poskytuje údaje, které se přímo vztahují k úrovním indukovaných proudů, měřených při vyhodnocování na úrovni platformy. Zvyšující oblibu získává technika, při které se platforma „ozáří“ relativně rovnoměrným polem s nízkou úrovní a monitorují se úrovně napětí indukované v kabelech. Pak se mohou údaje získané v laboratoři zpracovat nebo se provede injektáž proudu do instalace s úrovní, která odpovídá nejvyššímu ohrožení. Stejná filozofie se používá v případě zkoušky susceptibility na úder blesku a elektromagnetický impulz.

Je zjištěno, že kabeláž není možno při zkoušce susceptibility na vyzařované emise (jako např. NRS02) správně vybudit nižšími kmitočty při simulované instalaci, vlivem velikosti konstrukce a dosažitelných průběhů pole. Nejvýraznější příklad této situace je zkušenost v kmitočtovém pásmu 1,5 MHz až 30 MHz. HF pole způsobovaly

v místě instalace celou řadu problémů po propojení kabelů, i když při laboratorních zkouškách samostatných zařízení se žádné problémy nevyskytovaly.

Mezní hodnoty jsou primárně odvozeny přímo ze zkoušek zařízení prováděných na letadlech, kde nebylo přímo navrženo stínění. Základní struktura platformy je elektricky vodivá; i když není záměrně provedeno elektrické spojení mezi jednotlivými částmi struktury nebo utěsnění všech otvorů a štěrbin. Tvar mezí odráží fyzikální možnosti spojování s ohledem na rezonanční podmínky a délky kabelů vzhledem k vlnové délce interferenčních kmitočtů. U kmitočtů nižších než jsou rezonanční, je nárůst úměrný kmitočtu (strmost 20 dB/dekádu). U kmitočtů vyšších než jsou rezonanční, je mezní průběh maximálních úrovní plochý. Pokles mezní úrovně 10 dB/dekádu v horní části kmitočtového spektra je zvolen na základě měření skutečně indukovaných úrovní v různých letadlech představujících nejhorší případy. Z teorie vazby mezi určitými kabely se může očekávat snižování mezí s kmitočtem se strmostí obálky 40 dB/dekádu.

Základní vztah pro mezní úroveň v rezonanční (ploché) části křivky je 1,5 mA na V/m, který je odvozen z měření nejhoršího případu na letadle. Např. 110 dB μ A odpovídá intenzitě pole 200 V/m. Při rezonanci může být účinnost stínění v letadle nulová. Použití těchto poznatků v místě jiné platformy je možné.

U ponorek je při zkoušce NCS07 možno rozlišovat meze pro zařízení umístěná uvnitř nebo vně vodotěsného trupu. Pro zařízení umístěná uvnitř vodotěsného trupu je v pásmu nad 30 MHz specifikovaná mezní křivka 2, aby se zohlednily přenosné vysílače používané v ponorce. Pro zařízení umístěná vně vodotěsného trupu jsou použity mnohem přísnější mezní hodnoty, aby se zohlednilo okolní elektromagnetické prostředí. Meze NCS07 pro vnější prostředí se musí použít pouze v případě, že zařízení je plně funkční nad čarou ponoru. Samostatně, mnohem mírnější, meze se specifikují pro zařízení, která se umísťují vně vodotěsného pláště, ale jsou spojena s nadstavbou ponorky (kovové rozhraní).

Výsledkem akvizičního procesu pro schvalovací dokumenty je křivka amplitud pro očekávanou intenzitu pole v místě instalace a zlomové body křivky vytvořené na základě nejnižších rezonancí spojených s platformou. Odhad kmitočtů aplikace se může provádět na základě pracovních kmitočtů zařízení, spojených s vyzařovacími anténami. Uvažovat se musí také vysílače, které nejsou přímo součástí platformy. Pokud bude zařízení umístěno v mírném elektromagnetickém prostředí, není nutno zkoušku provádět.

8.6.9.12.2 Zkušební postup

Tento typ zkoušky se často uvažuje jako zkouška kabelového svazku proudem, protože proud je parametrem, který se měří. Je důležité si ovšem uvědomit, že zkušební signál se injektuje induktivní vazbou a že podle Faradayova zákona je možno určit indukované napětí ve smyčce s ohledem na proudový tok a rozložení napětí na různých impedancích.

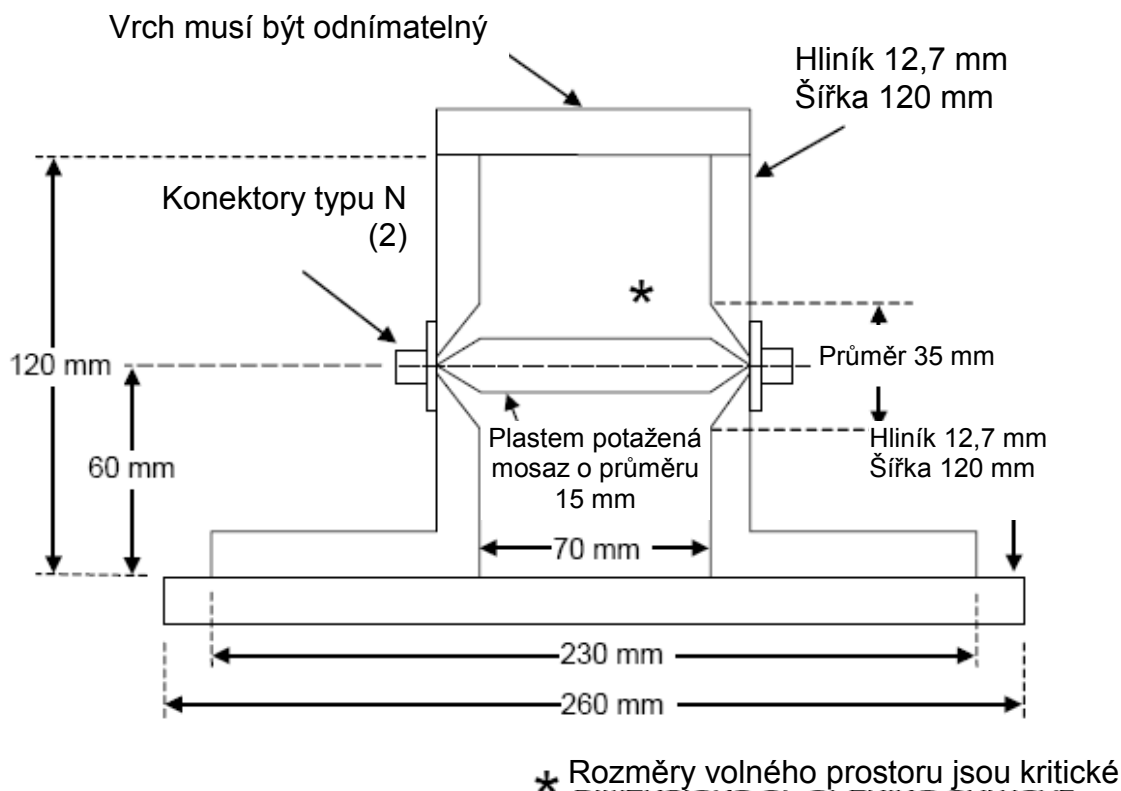
Kalibrační přípravek tvoří přenosové vedení se zakončením 50 Ω . Protože injektážní sonda je uvnitř přípravku umístěna okolo středního vodiče, bude se signál indukovat ve smyčce, kterou tvoří střední vodič, dvě zátěže 50 Ω a konstrukce přípravku, ke které jsou obě zátěže 50 Ω připojeny. Z hlediska obvodu smyčky jsou zátěže zapojeny v sérii a impedance smyčky je tedy 100 Ω . Z hlediska uspořádání

přenosové linky je vliv indukčnosti minimalizován. Měření úrovně indukovaného proudu se provádí měřením odpovídajícího napětí na jedné zátěži 50Ω . Protože zátěže 50Ω jsou v sérii, je skutečné indukované napětí dvojnásobné než měřené.

Skutečný proud, který se objeví ve zkoušeném kabelu vlivem kalibrovaného zkušebního signálu, závisí na impedanci smyčky spojené s kabelem a charakteristických impedancích sondy a zesilovače. Pokud je impedance smyčky malá, jakou často představuje celkově stíněný koaxiální kabel, pak bude proud vyšší než v kalibračním přípravku. Maximální požadovaný proud je omezen hodnotou o 6 dB vyšší, než je kalibrovaná úroveň.

Zkušební postup je možno použít pro všechny kabely připojené ke zkoušenému zařízení.

Vertikální průřez středu kalibračního přípravku



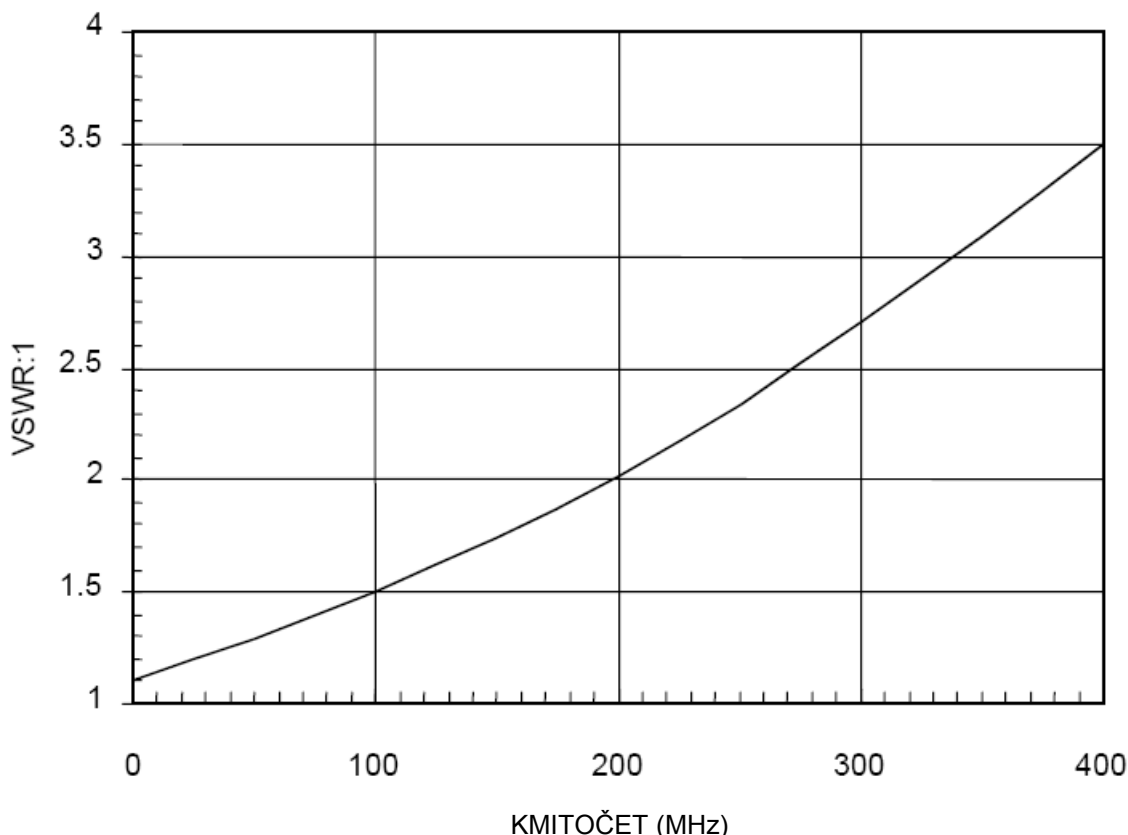
OBRÁZEK 501-19 – Typický kalibrační přípravek NCS07

Běžně používaný kalibrační přípravek je znázorněn na obrázku 501-19. Možná jsou i jiná provedení. Vrchní část je odnímatelná, aby bylo možno vložit i sondy pro nižší kmitočty. Kalibrační přípravek může být opatřen stupnicí pro přizpůsobení větších injektážních sond. Obrázek 501-20 ukazuje maximální hodnotu VSWR, kterou může produkovat kalibrační přípravek bez vložené sondy. Přítomnost sondy v přípravku hodnotu VSWR obvykle zlepší.

Výhoda tohoto typu zkoušky ve srovnání se zkouškami susceptibility na vyzařované emise je ta, že úrovně napětí a proudů je možno snadno indukovat do rozhraní, která se často vyskytují v místě instalace. Fyzické rozměry kabeláže zkoušeného zařízení

při zkoušce často neodpovídají rozměrům na místě instalace s ohledem na vliv vazby při nižších kmitočtech.

V minulosti nebylo možno při použití normalizovaných zkušebních postupů uvedených v jiných normách některé problémy instalace námořního letectva v laboratoři simulovat. Bylo zjištěno, že rozdíly mezi instalací v letadle a na zkušebním místě jsou způsobeny zemní plochou používanou v laboratoři, skutečnou instalací (letecká elektronika) a praktikami elektrického spojování. Většina letecké elektroniky se montuje do rámců a montážních konzol. Pro RF kmitočty může být impedance obecné konstrukce letadla významně jiná, než v případě zemní plochy používané ve zkušebních laboratořích. V laboratoři není možné vytvořit odpovídající simulaci instalace. Zkouška interference zemní plochou (GPI) byla vyvinuta pro detekci potenciálních závad způsobených vysokými impedancemi. Při zkoušce typu GPI, se každý kryt zkoušeného zařízení postupně elektricky izoluje od zemní plochy a napětí se přivádí mezi tento kryt a zemní plochu, aby se simulovaly možné rozdíly od skutečné instalace. Protože NCS07 poskytuje v nesymetrickém režimu elektrických rozhraní stejné účinky jako GPI, není metoda GPI v této normě uvedena. Námořnictvo může požadovat dodatečné zkoušky susceptibility pro letecké aplikace s indukčností umístěnou mezi krytem zkoušeného zařízení a zemní plochou, aby se lépe emulovaly výsledky zkušební metody GPI. Jako odpovídající indukčnost se může uvažovat primární vinutí injektážního transformátoru používaného při zkoušce NCS01.

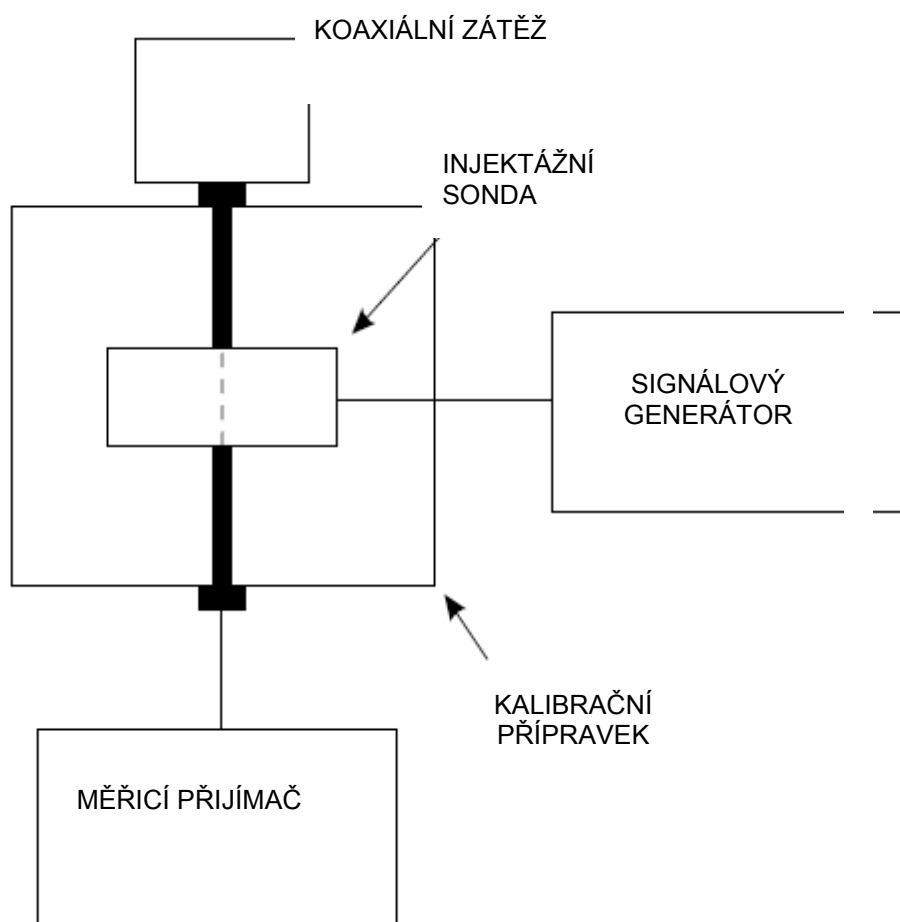


OBRÁZEK 501-20 – Maximální hodnota VSWR kalibračního přípravku

Zkouška NCS07 má jako obecný vyhodnocovací postup před zkouškou GPI několik výhod. Výsledkem GPI je často velmi malé napětí při významných proudech

s nízkými kmitočty. NCS07 je zkouška s řízeným proudem. Nevýhodou při zkoušce GPI, která není shodná se zkouškou NCS07 je skutečnost, že filtrace rozhraní se vlivem izolace krytu od zemní plochy změní. Výsledky zkoušky NCS07 jsou mnohem průkaznější, protože řízený proud je možno srovnat s úrovní proudu indukovaného elektromagnetickými poli na místě skutečné instalace. Technika se v minulosti běžně využívala pro certifikaci letadel z hlediska bezpečnosti letu.

Zkouška se požaduje pro všechny napájecí kabely a napájecí kabely s odstraněným zpětným vodičem pro vyhodnocení nesymetrického režimu, který se může v některých instalacích vyskytovat. V některých instalacích jsou zpětné vodiče vedeny spolu s fázovými vodiči. V jiných instalacích jsou zpětné napájecí vodiče spojeny s kostrou v blízkosti pomocných zařízení a jako zpětný vodič se používá kovová struktura zařízení.



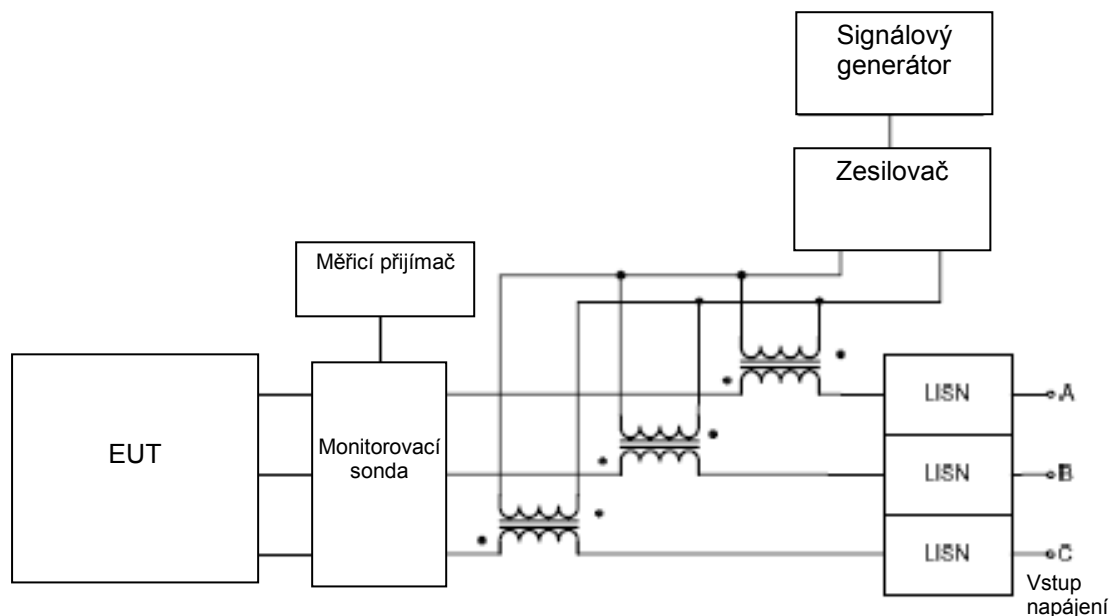
OBRÁZEK 501-21 – Měření vložného útlumu

Charakteristiky vložného útlumu injecktážních sond se uvádí na obrázku NSC07-2. Aby bylo možno při zkoušce získat správné výsledky, je nutno znát vložný útlum použité injecktážní sondy. Vložný útlum se ověřuje způsobem uvedeným na obrázku 501-21. Jedná se o rozdíl výkonu v dB přivedeného k sondě umístěné v kalibračním přípravku a výkonu detekovaného měřicím přijímačem. Čím nižší je hodnota vložného útlumu, tím je vazba účinnější. Protože úroveň signálu indukovaného v kalibračním přípravku se rovnoměrně rozdělí mezi koaxiální zátěž 50Ω a měřicí

přijímač, je nejmenší možný vložený útlum 3 dB. Při použití obvodového analyzátoru nebo měřicího přijímače s rozmítaným generátorem se může měření zjednodušit.

Použití obvodového analyzátoru nebo spektrálního analyzátoru s rozmítaným generátorem zjednoduší měření v případě kalibračního postupu uvedeného v kroku b) článku 8.6.22.3.4 a postupu měření zkoušeného zařízení v kroku c) článku 8.6.22.3.4. Např. výstupní signál se může nastavit nejprve na předem určenou hodnotu jako je např. 1 mW a tímto signálem s plochou kmitočtovou charakteristikou se může provést měření přímo připojeným přijímačem. Stejný signál se pak přivede na směrový vazební člen a může se přímo vykreslit úroveň indukovaná v kalibračním přípravku.

Meze pro spodní kmitočty byly v případě lodí a ponorek sníženy na 4 kHz pro simulaci proudů v nesymetrickém režimu, které se našly na kabelech střídavého napájení EUT instalovaných na platformách s tranzistorovými zdroji (lodě a ponorky). Kalibrační mez pro kmitočty 4 kHz až 10 kHz je 77 dB μ A. Tato mez se dosahuje výkonovým zesilovačem 100 W a injektážní sondou, která splňuje požadavky na vložený útlum podle obrázku NCS07-2. Možná alternativa pro injektáž kmitočtů nižších než 10 kHz je použití injektážního transformátoru ze zkoušky NCS01 s paralelním zapojením v každé fázi. Proud v nesymetrickém režimu se měří mezi injektážními transformátory a vstupem napájení. Alternativní metoda pro třífázové napájení je schematicky uvedena na obrázku 501-22.



OBRÁZEK 501-22 – NCS07 Alternativní uspořádání, třífázový nezemněný systém

8.6.9.13 NCS08 – Susceptibilita na vedené emise, injektáž do kabelového svazku, impulzní buzení

8.6.9.13.1 Použitelnost a meze

Zkoušku je možno použít pro všechny elektrické kabely, které procházejí kryty zkoušeného zařízení. Základní myšlenkou je ochrana zařízení před signály se strmými vzestupnými a sestupnými hranami, které jsou způsobovány přechodovými

jevy (např. spínáním) v místě instalace a externími jevy, jako je blesk a elektromagnetický impulz. Zkouška se provádí místo zkoušky typu „drnčící relé“, která se v minulosti běžně používala při akvizičním procesu pro letecké aplikace. Zkouška typu „drnčící relé“ byla kritizována jako nevědecká metoda s malou úrovní opakovatelnosti. Zkouška NCS08 používá definovaný průběh a opakovatelný vazební mechanismus.

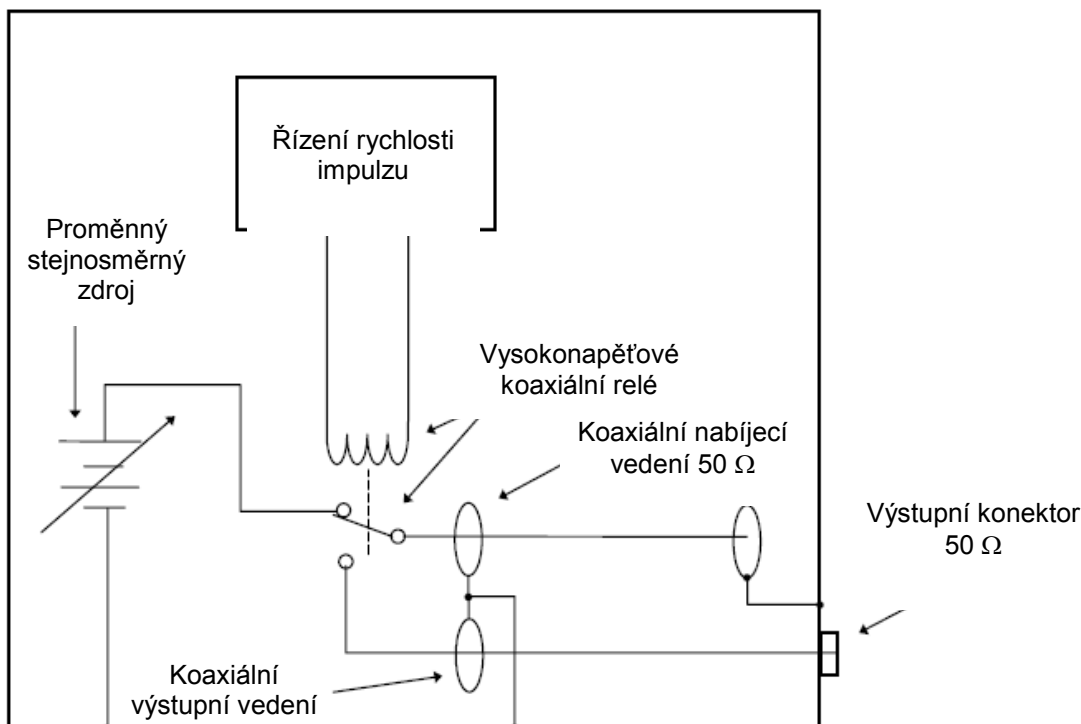
Vzestupná hrana 2 ns odpovídá vzestupné hraně průběhů, které vznikají při přerušení nebo přepnutí zařízení s induktivním charakterem. Doba trvání impulzu 30 ns normalizuje energii jednotlivých impulzů. Dále je oddělena vzestupná a sestupná část impulzu tak, že každá působí individuálně. Každá část také může působit na jiné obvody. Amplituda 5 A (500 V na zátěži 100 Ω kalibračního přípravku) pokrývá většinu indukovaných úrovní pozorovaných během zkoušek letadel přechodovými jevy na systémové úrovni. Opakovací kmitočet 30 Hz je zvolen pro zajištění, že se použije takový počet impulzů, který je potřebný pro ověření, zda zařízení nebude vykazovat poruchy.

Mnoho obvodů rozhraní je uspořádáno tak, že porucha se vyskytne pouze v malém intervalu celé provozní doby zařízení. Např. mikroprocesor může z hlediska informací postupně testovat různé vstupy. Konkrétní vstup může informace mezi testovacími intervaly průběžně aktualizovat. Pokud se v některém okamžiku objeví rušivé signály, může nastat porucha, která se po odstranění rušivých signálů opět automaticky opraví.

Vytvoření akvizičního procesu pro smluvní dokumenty, se provádí snižováním nebo zvyšováním amplitud zkušebního signálu na základě očekávaných přechodových jevů v místě instalace. Jiným způsobem je nastavení doby trvání impulzu na základě konkrétního prostředí, očekávaného v místě instalace nebo upravení energetického obsahu impulzu.

Zkušební postup: Budící impulz z generátoru má lichoběžníkový tvar. Skutečný tvar je ovlivněn propojovacím kabelem a závisí na přirozených rezonančních podmínkách daných kabelem a parametry obvodů rozhraní zkoušeného zařízení.

Na obrázku 501-23 je obvodové schéma impulzního generátoru 50 Ω , požadovaného pro zkoušku NCS08. Funguje v podstatě jako impulzní generátor používaný pro kalibraci měřicího přijímače s výjimkou šířky impulzu, která je podstatně větší. Pro nabíjení kapacity nezakončeného koaxiálního vedení 50 Ω se používá proudový zdroj. Impulz se spouští sepnutím vysokonapěťového relé na výstupu koaxiálního vedení. Šířka impulzu závisí na délce nabíjecího vedení. Použité relé musí pracovat bez zakmitávání kontaktů.



OBRÁZEK 501-23 – Obvodové schéma impulzního generátoru NCS08

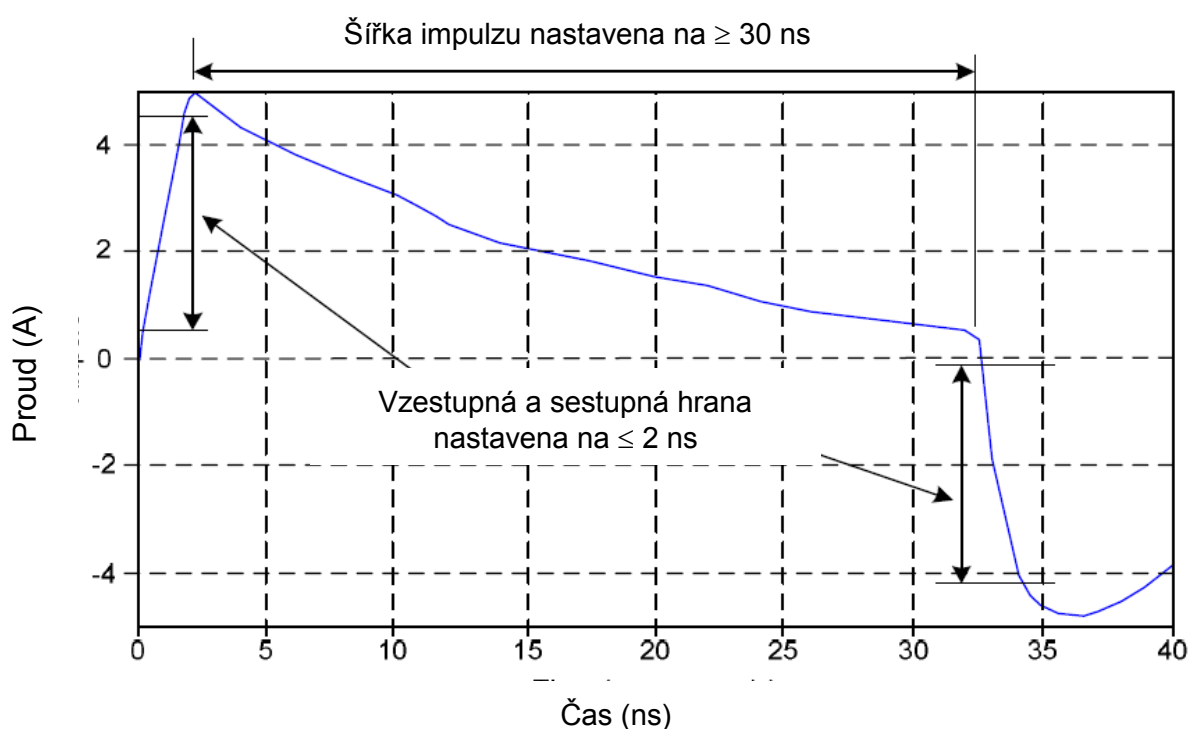
Kalibrační přípravek tvoří přenosové vedení se zakončením 50 Ω. Protože injektážní sonda je uvnitř přípravku umístěna okolo středního vodiče, bude se signál indukovatve smyčce, kterou tvoří střední vodič, dvě zátěže 50 Ω a konstrukce přípravku, ke které jsou obě zátěže 50 Ω připojeny. Z hlediska obvodu smyčky jsou zátěže zapojeny v sérii a impedance smyčky je tedy 100 Ω. S ohledem na uspořádání přenosové linky je vliv indukčnosti minimalizován. Měření úrovně indukovaného proudu se provádí měřením odpovídajícího napětí na jedné zátěži 50 Ω. Protože zátěže 50 Ω jsou v sérii, je skutečné indukované napětí dvojnásobné než měřené.

Krok b)3) článku 8.6.29.3.4 zkoušky NCS08 požaduje ověření, že v kalibračním přípravku se indukují odpovídající doby vzestupné a sestupné hrany spolu s dobou trvání impulzu zkušebního průběhu. Obrázek 501-24 ukazuje typický průběh. Protože kmitočtová odezva injektážní sondy při nízkých kmitočtech klesá, lichoběžníkový impulz, který napájí sondu, se ve střední části prohýbá. To je způsobeno nízkofrekvenčním obsahem použitého signálu. Správné parametry impulzu je nutno sledovat. Kritickým faktorem je skutečnost, že se musí použít taková injektážní sonda, která zabezpečí odpovídající průběh vyšších kmitočtů a tím i správné doby vzestupných a sestupných hran impulzů.

Stejně jako u zkoušky NCS07 se zkouška NCS08 používá pro všechny napájecí kabely a napájecí kabely s odstraněným zpětným vodičem pro vyhodnocení nesymetrického režimu vazby, který se může vyskytnout v různých instalacích. Zkoušky se požadují pro všechny napájecí kabely a napájecí kabely s odstraněným zpětným vodičem pro vyhodnocení symetrického režimu, který se může vyskytovat v některých instalacích. V některých instalacích jsou zpětné vodiče vedeny spolu

s živými vodiči. V jiných instalacích jsou zpětné napájecí vodiče spojeny s kostrou v blízkosti pomocných zařízení a zpětný vodič tvoří kostra.

„Drnčící relé“ se používalo pro efektivní zjišťování poruchových podmínek zařízení. Základní myšlenkou bylo elektrické spojení cívky relé s normálně sepnutým kontaktem, což v konečném důsledku zajistilo průběžné spínání a rozpojování relé. Vodič spojující cívku a kontakt se používal pro injektáž přechodového rušení do kabelů zkoušeného zařízení. Největší nevýhodou drnčícího relé je skutečnost, že se neprodukuje opakovatelný průběh a často vzniká oblouk. Svou roli zde hraje i typ relé a mechanické provedení jeho kontaktů a cívky. Zkouška NCS08 zachovává důležité charakteristiky zkoušky typu „drnčící relé“, což jsou rychlé vzestupné a sestupné hrany a obsah budicího průběhu.



OBRAZEK 501-24 – Typický průběh při použití kalibračního přípravku NCS08

Při této zkoušce se může použít stejný kalibrační přípravek jako v případě zkoušky NCS07. Provedení je uvedeno na obrázku 501-19.

8.6.9.14 NCS09 – Susceptibilita na vedené emise, tlumená sinusovka, kabely a napájecí vodiče, 10 kHz až 100 MHz

8.6.9.14.1 Použitelnost a meze

Zkouška se používá pro všechny elektrické kabely, které procházejí kryty zkoušeného zařízení a pro jednotlivé napájecí kabely. Základní myšlenkou je simulovat elektrický proud a průběh napětí vznikající v platformě vybuzením přirozených rezonancí.

Na rozdíl od zkoušky NCS08 se budí přirozené rezonance a smyslem zkoušky je vytvořit průběh, který má tvar tlumené sinusovky. Průběh tlumené sinusovky (někdy se jedná o komplexní kombinaci) se v platformě vyskytuje poměrně často

působením vnějších zdrojů, jako je úder blesku, elektromagnetický impulz a přechodovými jevy v instalaci (spínání). Průběh, který se objeví na kabelech, může být způsoben vlastní rezonancí, nebo napětím a proudem způsobených rezonancí jiných částí platformy. Použití širokého kmitočtového rozsahu zajišťuje pokrytí velkého množství situací. Přechodové rušení způsobené spínáním v místě instalace může vyvolat stejné průběhy.

Při použití zkoušky je nutno zvážit, zda je možno akceptovat krátké poruchy a zda je zkoušené zařízení schopno po odstranění příčiny obnovit správnou činnost. Některé poruchy nejsou obsluhou zaznamenány, protože samoopravný mechanismus uvede zařízení opět do správného režimu. Může také nastat případ, kdy se akceptuje dlouhá doba trvání poruchy, která někdy vyžaduje zásah operátora, jako je např. reset zařízení. Zkušební plán elektromagnetické interference (EMITP) musí zaznamenat všechny případy, při kterých může nastat porucha, kterou obsluha může zpozorovat.

Existuje omezený soubor tlumených sinusových průběhů, který představuje všechny možné případy, které se v instalaci mohou vyskytnout. Výhodou použití tohoto souboru tlumených sinusových průběhů je, že se jimi ověřují různé druhy obvodů, které mohou reagovat na různé atributy průběhu a je předpoklad, že nastane nejhorší případ. Některé obvody reagují na velikost amplitudy, jiné zase na celkovou energii zkušebního průběhu nebo na rychlost náběhu.

Proudové meze jsou soubory úrovní, které pokrývají nejpravděpodobnější indukované úrovně, které se v instalaci mohou vyskytnout na systémové úrovni, vlivem vnějších přechodových jevů. Úrovně pro letecké aplikace jsou určeny pro uspořádání, které nevyžaduje použití koncového chráněného zařízení. Tyto položky jsou obecně nežádoucí z hlediska obtížné údržby / obtížného sledování a schopnosti odhadnout, zda se účinnost ochrany nemění. Zlomové body na nízkých kmitočtech představují nejhorší případy v místě instalace pod rezonančními kmitočty, kdy reakce klesá se strmostí 20 dB/dekádu. Zlomové body vyšších kmitočtů jsou umístěny tam, kde klesá spektrální obsah přechodového rušení.

Přizpůsobení požadavků akvizičního procesu ve smluvní dokumentaci se provádí určením průběhu amplitudy (vyšší nebo nižší úrovně) podle stupně ochrany poskytované v místě instalace, kde budou zařízení a propojovací kabely umístěny. V tomto případě se musí postupovat opatrně na základě předchozích zkušeností a konstruktér musí být seznámen s požadavky na opatření pro snížení vlivu prostředí v místě instalace. Není ovšem možné očekávat, že zařízení bude chráněno proti všem jevům. Především se musí uvažovat přechodové rušení v instalaci, které se výše uvedenými opatřeními nezmění. Další potenciální oblastí při sestavování požadavků je nastavení zlomových bodů nízkých kmitočtů, aby odpovídaly skutečným rezonančním kmitočtům instalace.

8.6.9.14.2 Zkušební postup

Kalibrační přípravek tvoří přenosové vedení se zakončením 50Ω . Protože injektážní sonda je uvnitř přípravku umístěna okolo středního vodiče, bude se signál indukovat ve smyčce, kterou tvoří střední vodič, dvě zátěže 50Ω a konstrukce přípravku, ke které jsou obě zátěže 50Ω připojeny. Z hlediska obvodu smyčky jsou zátěže zapojeny v sérii a impedance smyčky je tedy 100Ω . Z hlediska uspořádání

přenosové linky je vliv indukčnosti minimalizován. Měření úrovně indukovaného proudu se provádí měřením odpovídajícího napětí na jedné zátěži 50Ω . Protože zátěže 50Ω jsou v sérii, je skutečné indukované napětí dvojnásobné než měřené.

Zkouška NCS09 se požaduje pro všechny kabely (propojovací včetně napájecích) a jednotlivé napájecí vodiče. Část zkoušky určená pro nesymetrický režim vodičů nejlépe simuluje podmínky v instalacích, které jsou vystaveny elektromagnetickým polím. Zkouška jednotlivých napájecích vodičů se zaměřuje na různé signály, které vznikají při zapínání a vypínání napájení.

Pokud je to nutné, musí se zkouška provést přímou injektáží do jednotlivých kontaktů konektorů zkoušeného zařízení nebo jednotlivých obvodů (kroucených párů, koaxiálních kabelů atd.).

Protože činitel kvality (Q) tlumeného sinusového signálu nabývá kladných i záporných hodnot bez ohledu na polaritu prvního vrcholu, neuplatňuje se požadavek na polaritu zkušebního signálu.

Technika injektování při této zkoušce v nesymetrickém režimu i při ostatních zkouškách, jako je např. NCS07, používá částečnou simulaci skutečného vazebního mechanismu v instalaci. Magnetické pole injekčního zařízení je fyzicky umístěno v jeho středu. V místě instalace je magnetické pole rozloženo v prostoru. Injekční sonda indukuje napětí v uzavřené smyčce s poklesem napětí a proudem protékajícími impedancemi tvořícími smyčku. Uvnitř kabelového svazku se vytvářejí mezi různými jednotlivými obvody komplexní vazby.

Pro minimalizaci kolísání, konkrétně u vyšších kmitočtů, kde mohou kratší vlnové délky ovlivnit rozložení proudů, se požaduje, aby injektážní sonda byla z normalizačních důvodů co nejbližší konektoru zkoušeného zařízení.

Je třeba také sledovat, zda útlumové členy a proudové injekční sondy jsou vhodně zvolené a nedojde k jejich poškození, nebo že se jejich charakteristiky při aplikaci zkušebních signálů nezmění. Charakteristiky útlumových členů obvykle uvádějí jejich schopnost absorbovat výkon. Hodnoty obvykle platí pro střední výkon a vrcholové úrovně spolu s použitým zkušebním napětím mohou útlumový člen poškodit. Např. proud 10 A při zkoušce NCS09 vytvoří na útlumovém členu napětí 500 V ($10 \text{ A} \times 50 \Omega$), což odpovídá vrcholovému výkonu 5 kW ($(500 \text{ V})^2 / 50 \Omega$). Podobně nesmí injekční sonda měnit své magnetické vlastnosti ani při použití impulzních signálů.

Pro měření parametru Q injektovaného průběhu specifikuje obrázek NCS09-1 v metodě NCS09 použití vrcholu první půlvlny sinusového signálu a příslušný vrchol, který se nejvíce přibližuje 50 % amplitudě. Některé zkušebny používají raději než tlumený sinusový průběh tlumený kosinový průběh. Důvodem je skutečnost, že kosinový průběh je mnohem horší než tlumený sinusový průběh, protože má mnohem rychlejší dobu náběhu čelní hrany. Takový průběh se může použít. Protože existuje potenciální nebezpečí zkreslení vlivem čelní hrany, nesmí se první vrchol použít pro určení parametru Q tlumeného kosinového průběhu. Pro určení záporné vrcholové hodnoty nejbližší 50 %, se použije následující půlvlna (záporná). Při použití kosinového průběhu může zařízení vykazovat poruchy, které se při použití sinusového tlumeného průběhu neobjeví.

8.6.9.15 NCS10 – Susceptibilita na vedené emise, přivedený výboj blesku (letadlo)

8.6.9.15.1 Použitelnost a meze

Zkouška se používá pro zařízení umístěná v letadlech, která mají zásadní vliv na bezpečnost letu. Přímý úder blesku vyvolá v letadle elektrické přechodové produkty indukované v kabeláži, včetně zemnicích pásků. Ostatní zařízení letadla se musí uvažovat z hlediska jejich funkce a zranitelnosti.

Zkušební metoda se vyžaduje pro ověření, zda je zařízení schopno odolat indukovanému rušení způsobeného přímým úderem blesku idealizovaného průběhu. Kritéria pro provoz zařízení vystaveného rušení způsobeného bleskem se musí definovat z hlediska funkce zařízení a jeho vlivu na bezpečnost letu. U zařízení, které má kritický vliv na bezpečnost letu, se vyžaduje, aby zařízení po odeznění rušení pokračovalo v činnosti bez zásahu obsluhy.

Zkouška nemůže pokrýt všechny aspekty úderu blesku, který indukuje rušivé impulzy a efekty ve zkoušeném zařízení, zvláště když toto pracuje v systému. Pro úplné ověření zařízení jsou nutné další zkoušky, jako je současná injekce do kabelových svazků, násobné rázy / násobné skupiny impulzů a/nebo násobné kmitočty. Protože existuje těsná vazba mezi požadavky na ochranu proti vlivům úderu blesku, což je skupina nepřímých vlivů (GIE), požadavky EMC a požadavky jaderného elektromagnetického impulzu (NEMP), musí opatření proti blesku zahrnovat také požadavky EMC a pokud je to nutné i opatření proti NEMPu. Požadavky na ochranu proti blesku se musí koordinovat s ostatními požadavky a při vyhodnocování rizik nesmí dojít k jejich střetu. Návrhy musí obsahovat opatření na potlačení jejich vlivů.

Existuje celá řada vazeb mezi proudem blesku nebo polem a vnitřním propojením a každá z nich produkuje rušivé vlivy s různými průběhy. Celkové rušení se tedy skládá z několika průběhů a zkouška susceptibility na přechodové rušení musí obsahovat různé průběhy napětí a proudů zvolené tak, aby pokryly základní druhy vazeb. Účelem zkoušek je určit, zda je zařízení schopno odolávat dané úrovni rušení (reprezentativního průběhu) bez poškození nebo poruchy funkce.

Zkušební úrovně použité při zkoušce se odvozují od umístění a polohy zařízení v místě instalace. Maximální amplitudy zkušebních průběhů se volí pro zařízení kategorie A až D (elektromagnetické (EM) prostředí zařízení) a E (důležitost zařízení).

- CAT A** Zařízení včetně kabeláže je umístěno tak, že je chráněno proti účinkům EM prostředí a celé je uzavřeno v prostoru z kovového materiálu.
- CAT B** Zařízení včetně kabeláže je umístěno tak, že je vystaveno účinkům EM prostředí částečně a je chráněno dielektrickým krytem uvnitř větší kovové struktury.
- CAT C** Zařízení včetně kabelového spojení je umístěno ve stejné části materiálové struktury a je instalováno v místě vystaveném účinkům EM prostředí, kde je velká část struktury vytvořena z nevodivého materiálu nebo materiálu z uhlíkových vláken (CFC).

CAT D Zařízení je umístěno v jiné materiálové struktuře než spojovací kabeláž a instalováno tak, že je vystaveno účinkům EM prostředí, kde je velká část struktury vytvořena z nevodivého nebo materiálu z uhlíkových vláken (CFC).

Pokud je možno zařízení včetně kabeláže zařadit do jedné z výše uvedených kategorií, musí se použít zkušební úroveň představující náročnější elektromagnetické prostředí.

Pro zkušební účely byly jako představitelé všech průběhů vyskytujících se v praxi zvoleny čtyři tvary. Různé kabelové svazky budou vystaveny různým amplitudám rušivých impulzů v závislosti na jejich umístění a konstrukci (např. se stíněním nebo bez stínění), kdy je třeba také zohlednit zařazení do instalační kategorie.

Pokud nejsou známy vypočtené úrovně přechodového jevu (CTL), musí se použít mezní úrovně dané NCS10 tj.:

Proud 30 A od 0,5 MHz do 30 MHz a dále se snižující na 15 A při 50 MHz.

Napětí 3 kV mezi 0,5 MHz a 30 MHz a dále se snižující na 1,5 kV při 50 MHz.

Výkon 30 kVA mezi 0,5 MHz a 30 MHz a dále se snižující na 7,5 kVA při 50 MHz.

8.6.9.15.2 Zkušební postup

Zkušební metoda se provádí postupem uvedeným při zkoušce tlumenou sinusovkou (NCS09).

Používají se dva následující typy průběhů:

- a) Směřované impulzy, jejichž doba trvání je delší než doba náběhu a jejichž tvar se blíží průběhu proudu blesku. Někdy se používá označení vynucené přechodové rušení, protože závisí na průběhu blesku.
- b) Skupiny tlumených sinusových kmitů. Jedná se o kmity vyvolané prudkým náběhem, které odpovídají přirozeným elektrickým rezonancím letadla a jeho elektrických systémů. Jde o volné nebo přirozené kmity, jejichž kmitočet a stupeň tlumení jsou na průběhu proudu blesku nezávislé, i když jejich amplituda bude záviset na tvaru a amplitudě elektrického impulzu (průběhu blesku), který je spustí.

Následující odstavce jsou všeobecným průvodcem s ohledem na zkušební postup, který musí být následující:

Zkoušené zařízení se musí zapnout a ověřit, zda jeho funkce odpovídá zkušebnímu plánu elektromagnetické interference (EMITP). Výstupní signál impulzního generátoru se musí zvyšovat od nuly až do požadované mezní úrovně po krocích, které nesmí překročit 10 % této hodnoty nebo s krokem, který je určen zkušebním plánem. V každém kroku provedou nejméně 3 zkušební impulzy s prodlevou nejméně 8 s mezi jednotlivými impulzy, aby došlo k případnému zotavení ochranných prvků.

Pokud se vyskytne porucha, zaznamenají se úrovně zkušebního proudu a napětí.

Pokud se porucha nevyskytne, zvyšuje se výstupní úroveň generátoru, dokud se nedosáhne mezních hodnot vrcholového proudu a napětí, a pak se provede 10 impulzů, s prodlevou nejméně 8 s v časovém intervalu, který nesmí být delší, než 2 min. Zaznamená se typický soubor průběhů proudu a napětí, který se objeví mezi kostrou zařízení a zemí.

Výše uvedený postup se opakuje pro kladnou i zápornou polaritu impulzů.

8.6.9.15.3 Použití zkušebních průběhů

Krátký impulz (SP) se musí použít pro všechna zkoušená zařízení. Pokud je známo, že se uvažuje o instalaci zkoušeného zařízení v letadle s velmi dobrým propojením s velkou kovovou strukturou s nízkou impedancí, pak se vedle krátkého impulzu (SP) musí použít i střední impulz (IP). U zařízení, která jsou určena pro instalaci ve velkých CFC rámech nebo zařízení, jejichž propojovací vedení prochází prostorem překrytým CFC panely, je nutno místo středního impulzu (IP) použít dlouhý impulz (LP). Pokud není známo, kde bude zařízení nainstalováno, pak musí zkušební průběhy určit akviziční orgán.

8.6.9.15.4 Volba zkušebních kmitočtů

V průběhu zkoušek se musí impulzy injektovat s kmitočty podle následujících kritérií:

- a) Kmitočty, na kterých se zjistila susceptibilita v rozsahu 0,5 MHz až 50 MHz, která se zjistila z předchozích zkoušek EMC, kdy se injektuje proud netlumeného průběhu (CW) do kabelových svazků; nebo
- b) kmitočty, při kterých se naleznou maximální a minimální impedance kabelů.

V kmitočtovém rozsahu 0,5 MHz až 50 MHz se použije nejméně 50 kmitočtů, při kterých se ve vnitřních obvodech zkoušeného zařízení vybudí libovolné rezonance, takže se ověří ohrožení libovolného aktivního nebo pasivního zařízení maximálním napětím nebo proudem. Přibližný kmitočet pro každou injektáž se získá pomocí následující rovnice:

$$\text{Zkušební kmitočet (MHz)} = 10 \cdot (0,3 + 0,028k)$$

kde $k = 0, 1, 2, 3$ až 50 pro 50 kmitočtů.

8.6.9.16 NCS11 – Susceptibilita na vedené emise, přivedený nízký kmitočet, susceptibilita napájecích vodičů (námořní systémy)

8.6.9.16.1 Použitelnost a meze

Účelem zkoušky je potvrdit, že zkoušené zařízení bude odolávat přivedeným nízkofrekvenčním impulzům vnuceným do napájecích vodičů. Tato zkouška simuluje vliv přechodového rušení, které vzniká v napájecím systému lodí a ponorek zapínáním strojů a jiných zátěží.

Zkouška se používá pro všechna zařízení umístěná v námořním prostředí a je svázána s napájecími zdroji na lodích nebo v ponorkách. Zkoušené zařízení se vystavuje přechodovému rušení s vysokou energií, typicky 6 J při mezní hodnotě 750 V a 18 J při mezní hodnotě 2 500 V. Na rozdíl od ostatních zkoušek susceptibilita na přechodové rušení, počítá tato zkouška s vlivem vstupních

napájecích filtrů určených pro ochranu zkoušeného zařízení, ale ověřuje také zařízení pro potlačení přechodového rušení (pokud je nainstalováno) použitím úrovní, které přesahují jejich přidržovací napětí. Navíc určení susceptibility zkoušeného zařízení ověří účinnost vstupních filtrů, kdy jejich poškození může způsobit, že přechodové rušení s velkou energií vede k vyšším vyzařovaným úrovním a snížení odolnosti proti všem rušivým vlivům. Typickým poškozením filtrů je proražení kondenzátorů nebo poškození součástek pro potlačení přechodového rušení nedostatečným odhadem úrovní. Do jednotlivých napájecích vodičů střídavého i stejnosměrného napájení se přivedou kladně a záporně začínající tlumené sinusové průběhy mezi 10 kHz a 16 kHz. Této zkoušce se musí podrobit také zařízení napájené z baterií, které se v místě instalace může připojit ke zdroji, např. při nabíjení baterií.

Mezní hodnoty se odvozují z empirických měření prováděných typickými zkušebními přechodovými průběhy na zdrojích stejnosměrného (DC) i střídavého (AC) napájení.

8.6.9.16.2 Zkušební postup

Generátor přechodových průběhů se musí zapojit do série se zkoušeným napájecím vodičem. Zkoušené zařízení se před zkouškou musí zkontrolovat z hlediska jeho správné funkce.

Každý napájecí vodič se pak podrobí 12 zkušebním, kladně začínajícím průběhům s výstupním napětím generátoru, které odpovídá napájecímu napětí zkoušeného zařízení a pak následně 12 zkušebním, záporně začínajícím průběhům. Průběhy se aplikují s prodlevou 2 až 5 s mezi průběhy.

Průběh na výstupu generátoru se musí monitorovat osciloskopem. Napětí indukované ve zkoušeném kabelu a průběhy z osciloskopu se musí přiložit do zkušebního protokolu.

Během aplikace každého průběhu se musí zkoušené zařízení monitorovat z hlediska jeho správné funkce nebo poškození, jak je definováno ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP). Při zkoušce digitálních zařízení je někdy nutné použít větší počet zkušebních průběhů, aby se zajistil výskyt poruchy. V takovém případě musí zkušební plán elektromagnetické interference (EMITP) obsahovat návod pro zachycení poruchy během zkoušky.

8.6.9.17 NCS12 – Susceptibilita na vedené emise, elektrostatický výboj

8.6.9.17.1 Použitelnost a meze

Účelem zkoušky je vytvořit obecný a reprodukovatelný základ pro hodnocení chování elektrických a elektronických zařízení při elektrostatických výbojích. Zkouška navíc obsahuje elektrostatické výboje, které může způsobit osoba při doteku životně důležitých zařízení.

Neuvažuje se specifikovat zkoušky, které se budou používat u konkrétních aparatur nebo systémů. Hlavním cílem je podat obecné základy. Odpovědným orgánem pro určení nutnosti zkoušky a zkušebních úrovní je akviziční orgán nebo uživatel zkoušeného zařízení.

V praxi může elektrostatický výboj vzniknout třením různých materiálů, jako je např. oděv a přenášet se do zařízení dotykem ruky buď přímo, nebo nepřímo.

Zkouška se používá pro všechna letecká zařízení, která obsahují elektronické a aktivní součástky, konkrétně nelineární prvky jako jsou tranzistory, integrované obvody atd. a pro pozemní nebo námořní zařízení pracující v klimatizovaných nebo chráněných prostředích.

Zkouška je stejná, jak je popsáno v dokumentu ČSN EN 61000-4-2 s následujícími rozdíly:

- a) Místo úrovní uvedených v dokumentu ČSN EN 61000-4-2 se při zkoušce musí použít úrovně uvedené v této normě.
- b) Kde je to možné, musí se použít metoda přímého kontaktu, ale kulatý vybíjecí hrot popsaný ve zkušební metodě se musí nahradit hrotem, který je uveden v dokumentu ČSN EN 61000-4-2.
- c) Pokud se použije výboj vzduchem (nepřímý výboj) pro nevodivý povrch, musí se u všech zkušebních bodů provést dodatečná zkouška s úrovní výboje 15 kV.

Výboje se obvykle směřují do bodů na předním panelu zkoušeného zařízení, např. klávesnic, točitek, přepínačů, tlačítek a indikátorů LED, štěrbin, roštů, konektorů a kovových částí vnějšího povrchu zkoušeného zařízení, které nejsou spojeny se zemí. Specifikované body je nutno popsat ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP). Zařízení musí odolat výbojům, jak je uvedeno výše, s napětím odpovídajícím kategorii zařízení bez poruchy nebo zhoršení funkce.

Pro letecké účely se provádí zkouška s použitím jedné ze dvou náročnějších úrovní v závislosti na kategorii zařízení:

Kategorie A Důležitost z hlediska osobní bezpečnosti nebo bezpečnosti třetí osoby (Safety Critical) se posuzuje z hlediska rizika chybné funkce zařízení (a následně celého prostředku) přímým nebo nepřímým výbojem

Kategorie B Důležitost z hlediska splnění bojové akce (Mission Critical) se posuzuje s ohledem na riziko chybné funkce nebo poruchy zařízení, která má za následek zhoršení, zdržení nebo zabránění prostředku splnění bojové akce.

U zkoušek ESD zařízení pro letectvo se výše uvedené kategorie běžně nepoužívají, ale záleží na posouzení akvizičního orgánu.

POZNÁMKA Kalibrace ESD generátoru se musí provádět v nezávislé kalibrační laboratoři, která je odpovědná za ověření ESD průběhu před použitím při zkoušce.

8.6.9.17.2 Zkušební postup

Pro simulování proudového impulzu se používá ESD generátor, který nahrazuje osobu nesoucí elektrický náboj a jeho vybití při dotyku se zkoušeným zařízením. Charakteristiky použitého ESD generátoru jsou uvedeny ve zkušební metodě NCS12. Konstrukční podrobnosti zkušebního terčiku používaného během ověřování ESD průběhu jsou uvedeny v ČSN EN 61000-4-2 ed.2.

8.6.9.18 NCS13 – Susceptibilita na vedené emise, přechodové jevy na napájecích vodičích

8.6.9.18.1 Použitelnost a meze

Požadavky se používají na vstupní napájecí vodiče lodí a ponorek, připojené k primárním zdrojům platformy, které nejsou součástí EUT. Požadavky se neuplatňují na výstupní vodiče zdrojů. Primárním posláním zkoušky je zajistit, že provoz zařízení nebude ovlivněn napětím přechodových jevů, které se mohou v rozvodném napájecím systému vyskytnout vlivem vazby kabelových rozhraní uvnitř krytů.

Napětí přechodových jevů se vyskytují ve všech rozvodných systémech a mohou způsobovat problémy v obvodech, které jsou na tato napětí citlivé, jako jsou např. spínací obvody (latch), které očekávají pouze jeden spouštěcí signál. V ponorkách a lodích dochází k přechodovým jevům při spínání indukčních zátěží, přerušovačů (relé) a zpětnými vazbami zátěží v rozvodném napájecím systému.

Na obrázku NCS13-1 se definuje impulz $400\text{ V}/5\ \mu\text{s}$, který je vhodný jako typický představitel přechodového jevu, pozorovaného na námořních platformách. Měření přechodových jevů na námořních platformách ukázalo jejich trvání v intervalu 1 až $10\ \mu\text{s}$. Převážná většina (>90 %) napětí přechodových jevů měřených na rozvodných sítích 115 V AC a 400 V AC se pohybuje v rozsahu 50 až 500 V_{pp} .

Námořní společnost pro ponorky zjistila, že zkušební metody jsou účinné pro minimalizaci rizika susceptibility zařízení a podsystémů na přechodové jevy. Byly úspěšné při včasné identifikaci problémů s přechodovými jevy námořních zařízení a podsystémů. Lodě používají zkušební metody pro shodu požadovanou námořní společností.

8.6.9.18.2 Zkušební postup

Protože zkušební napětí se váže sériově pomocí generátoru přechodových jevů, platí podle Kirchhoffova napětového zákona, že napětí, které se objeví na výstupních svorkách generátoru, se rozdělí po celém obvodu smyčky, kterou tvoří impedance vstupu zkoušeného zařízení a napájecího zdroje. Úroveň napětí přechodového jevu specifikovaná jako mezní hodnota, se měří na vstupních svorkách zkoušeného zařízení, protože oproti napětí na svorkách zdroje je možno očekávat pokles. Na napájecí svorky se přidává kondenzátor $10\ \mu\text{F}$, pro snížení poklesu napětí vlivem impedance napájecího zdroje.

Kalibrace generátoru přechodových jevů se provádí za pomoci bezindukčního rezistoru $5\ \Omega$. Požadavky NCS13 jsou splněny při dosažení požadované zkušební úrovně signálu měřené na vstupních napájecích svorkách EUT nebo kalibrační sestavě generátoru přechodových jevů, podle toho, která se vyskytne první.

Obrázek NCS13-1 představuje jmenovitý průběh špičky měřené na bezindukčním rezistoru $5\ \Omega$. Charakteristiky průběhu se mohou měnit v závislosti na použitém generátoru přechodových jevů; konkrétně se jedná o překmit nebo podkmit. Tvar překmitu nebo podkmitu není kritický, pokud není překročeno maximální napětí a doba trvání překmitu.

Pokud není zpětný vodič zdroje připojen k zemnímu potenciálu stíněné komory, je možné, že bude osciloskop vyžadovat pro zajištění elektrické plovoucí země izolační

transformátor, aby se při injeztáži zabránilo úrazu elektrickým proudem. K dispozici jsou zesilovače pro diferenciální osciloskopické sondy, které umožňují měřit napětí mezi živým vodičem a izolovanou zemí pro jednostranně zakončené sestavy, kdy se měřicí zařízení může uzemnit. Místo izolačního transformátoru při použití osciloskopu napájeného ze střídavé sítě je možno použít bateriový osciloskop. Tento typ osciloskopu eliminuje případný zkrat, který se může vyskytnout při použití osciloskopu s plovoucí zemí.

Požadované napětí 400 V při kalibraci vyvolá v rezistoru 5Ω proud 80 A. Při jeho použití se může u zkoušených zařízení s nízkou impedancí, za použití specifikovaného generátoru přechodových jevů, jehož impedance je $\leq 2 \Omega$, vyskytnout proudy až 280 A.

8.6.9.19 NRE01 – Vyzařované emise, magnetické pole, 30 Hz až 100 kHz

8.6.9.19.1 Použitelnost a meze

Zkouška je přednostně zaměřena na účinky magnetického pole v aplikacích, kdy je zařízení umístěno v instalacích, které jsou potenciálně citlivé na magnetickou indukci nízkých kmitočtů. Nejběžnějších příkladem je laděný přijímač, jehož pracovní kmitočty spadají do kmitočtového rozsahu zkoušky.

NRS01 je komplementární zkouška, která se používá u zařízení pro zajištění kompatibility s očekávanými magnetickými poli. Meze NRS01 jsou vyšší, pro zohlednění různých provedení a funkce továrně vyráběných zařízení a možnosti, že vyzařované emise zkoušeného zařízení mohou vytvářet vazby v oblastech s většími fyzickými rozměry, než se používají ve zkušebním postupu NRS01.

Mezní hodnoty NRE01 pro námořní aplikace jsou vytvořeny na základě nutnosti ochrany proti indukovanému napětí vyššímu než $0,5 \mu\text{V}$ (jmenovitá hodnota) přenosové smyčky RG-264A/U (plocha smyčky $S = 16 \text{ mm}^2$) s maximální indukovanou úrovní $4 \mu\text{V}$ při kmitočtu 60 Hz. Potřeba omezení magnetického pole s nízkým kmitočtem je dána bezprostřední blízkostí elektrických a elektronických systémů a jejich propojovacích kabelů instalovaných na lodích se zvláštním důrazem na nízkofrekvenční snímače a systémy. V první řadě se uvažují potenciální vlivy na nízkofrekvenční akustické systémy a snímače, ELF a VLF/LF komunikační systémy a snímače, jejichž citlivost se pohybuje v rozsahu nV.

Je třeba si povšimnout, že meze se netýkají magnetických vlivů z takových zařízení, jako jsou magnetické odpalovací systémy, zbraně a podobně.

Odhad se může provádět podle typu indukovaných úrovní, které se objeví v obvodech při mezních zkušebních hodnotách. Magnetické pole indukuje ve smyčce napětí,

kteří je možno určit podle Faradayova zákona ($U = -d\Phi / dt$). Pro rovnoměrně rozložené pole, kolmé k ploše smyčky se Faradayův zákon zredukuje na $U = -2\pi fBS$, kde

f = kmitočet,

B = magnetická indukce,

S = plocha smyčky.

Mezní hodnoty NRE01 pro pozemní aplikace jsou vytvořeny na základě nutnosti ochrany proti indukovanému napětí vyššímu než 2,5 mV (5 mV pro NRS01) ve smyčce o průměru 127 mm. Protože magnetická indukce je úměrná kmitočtu a mezní hodnota klesá se strmostí 20 dB/dekádu, je indukované napětí v dané ploše smyčky konstantní. Protože meze pozemních aplikací jsou pro všechny kmitočty vyšší nebo stejné jako meze pro námořní aplikace, musí mít řídicí systémy a snímače leteckých a zbraňových věží citlivost v rozsahu mV.

Existují také některé letecké aplikace, při kterých se musí uvažovat požadavky NRE01. Jedná se především o zařízení, která se budou v letadle instalovat v těsné blízkosti antény připojené k VLF/LF přijímači. Odpovídající mezní hodnoty se musí zvolit na základě vzdálenosti mezi zkoušeným zařízením a anténou.

U pozemních aplikací je možno mezní hodnoty pro jednoúčelová zařízení, která jsou od potenciálně susceptibilních systémů umístěna dostatečně daleko, zvýšit nebo zkoušku úplně vypustit.

8.6.9.19.2 Zkušební postup

Pro zkoušku se používá smyčka o průměru 133 mm.

Pokud se pro všechny kmitočty maximální úroveň pozoruje vždy na stejné straně nebo stejném kabelu, pak se mohou zaznamenat údaje pouze pro toto nastavení.

Typickým místem pro emise magnetického pole krytem zkoušeného zařízení jsou soustavy vychylovacích cívek CRT, transformátory a spínané napájecí zdroje.

Jako alternativní způsob v tomto kmitočtovém rozsahu měření se může použít analyzátor s algoritmem pro výpočet FFT (rychlé Fourierovy transformace). Použití tohoto zařízení musí být schváleno akvizičním orgánem.

Vyžaduje se křivka korekčního faktoru pro převod napětí indikovaného měřicím přijímačem na hodnoty magnetického pole dBpT. Výrobci používají různé technologie konstrukce, které způsobují, že se skutečný korekční faktor může poněkud měnit. Pokud nejsou k dispozici kalibrační údaje, je nutno použít údaje dodávané výrobcem.

Opatření se nyní požaduje pro každé místo, kde úroveň maximálního vyzařování přesahuje meze NRE01 při měřicí vzdálenosti 70 mm. Tato opatření se provádí zvětšováním měřicí vzdálenosti, dokud úroveň emisí není pod mezní hodnotou. Tyto údaje slouží návrháři pro určení zdroje emisí magnetického pole a při zavádění odpovídajících opatření pro snížení úrovně. I v takovém případě se musí zaznamenat, zda EUT odpovídá požadovaným mezím zkoušky NRE101 při měřicí vzdálenosti 70 mm. Nejedná se o změnu mezních hodnot NRE01 nebo změnu měřicí vzdálenosti.

8.6.9.20 NRE02 – Vyzařované emise, elektrické pole, 10 kHz až 18 GHz

8.6.9.20.1 Použitelnost a meze

Zkouška se používá pro ověření emisí elektrického pole ze zkoušeného zařízení a jeho propojovacích kabelů. Základním účelem zkoušky je ochránit citlivé přijímače před interferencí pronikající do antén spojených s přijímači. Mnoho přeladitelných přijímačů má vstupní citlivost, která se pohybuje okolo 1 μ V, a jsou připojeny

k anténám, které jsou konstruovány tak, aby v pracovním rozsahu přijímače přijímaly velmi nízké signály. Požadavky na ochranu instalace před rušením na platformě jsou poměrně přísné.

Neexistuje žádný vztah mezi požadavky této zkoušky a zkoušky NRS02, která se používá pro ověření susceptibility na vyzařované emise elektrického pole. V minulosti se poměrně často prováděly pokusy srovnávat požadavky obou výše uvedených norem emisí a susceptibility pro zdůvodnění odchylek a vypuštění zkoušek. Zatímco u zkoušky NRE02 se uvažuje potenciální vliv antény spojené s přijímačem, zkouška NRS02 simuluje pole, které se generuje vysílačem s připojenou anténou.

Často se obě zkoušky provádějí u stejného zařízení. Rádiové zařízení s výkonem 30 W určené pro kmitočtové pásmo VHF-AM s typickou nožovou anténou, může v režimu příjmu na kmitočtu 150 MHz snadno detekovat elektrické pole s úrovní 40 dB μ V/m (což odpovídá -81 dBm na vstupu přijímače). Stejně zařízení v režimu vysílání může na kmitočtu 150 MHz vyprodukovat ve vzdálenosti 1 m pole s intenzitou přibližně 150 dB μ V/m (32 V/m). Rozdíl úrovní je v tomto případě 110 dB. Mezní křivky jsou vytvořeny na základě zkušeností, problémů s přijímači připojenými k anténě na platformě a počtu stínících prvků mezi anténami, zařízením a propojovací kabeláží. Mezní křivky pro loď na palubě i v podpalubí se určují na základě velkého počtu dokumentovaných případů vazeb vyzařovaných emisí do kabeláže vedoucí k anténám přijímačů a citlivým systémům. Používání ručních radiostanic v podpalubí lodí se zvyšuje a v podpalubí může docházet k interferenci. Meze pro podpalubí jsou srovnatelné s mnoha komerčními a mezinárodními normami.

Pro ponorky rozlišuje NRE02 meze mezi zařízením umístěným uvnitř a vně vodotěsného trupu. Pro zařízení umístěné mimo vodotěsný trup se používají přísnější mezní hodnoty. Možná úprava mezí NRE02 je pouze pro zařízení, které je umístěno nad čarou ponoru.

Mezní křivky pro zařízení ve vnitřních instalacích letounů je možno použít pro letecké prostředky, které jsou navrženy tak, jako kdyby nebylo použito žádné zamýšlené stínění mezi anténami, zařízením a propojovací kabeláží v kmitočtovém rozsahu zkoušky. Uvažuje se minimální stínění. Mezní křivka pro zařízení umístěné vně letadla a vrtulníku je o 10 dB přísnější, protože v tomto případě není použito ani minimální stínění.

Tyto mezní hodnoty se pro kmitočtový rozsah 30 MHz až 400 MHz ověřovaly přímo ve skutečných instalacích. Při praktickém provedení zkoušek některých leteckých programů se v minulosti pro ověření zhoršení funkce způsobené vyzařovanými emisemi ze zařízení umístěných na palubě, používal spektrální analyzátor připojený k anténám letadla. Ve výše uvedeném kmitočtovém rozsahu bylo zjištěno mnoho problémů způsobených signálem přesahujícími mezní hodnoty. Bylo také zjištěno, že zařízení, která vyhovovala mezním hodnotám, obecně žádné problémy nezpůsobovala. Většina poznatků byla získána z bojových letadel. Snižování mezních hodnot se směrnici 20 dB/dekádu nad 100 MHz je způsobeno rozměry laděné antény ($G\lambda^2/4\pi$), které se s kmitočtem snižují. Úroveň vázaného výkonu z izotropní laděné antény se nemění. Křivka se lomí na kmitočtu 100 MHz, z důvodů obtížné údržby laděných antén vlivem zvyšujících se fyzických rozměrů a nižší pravděpodobnosti vazby antény se signály s delšími vlnovými délkami.

V kmitočtovém pásmu pod 2 MHz nejsou specifikovány žádné meze pro zařízení určené pro vnitřní instalaci ve vrtulových letounech. I když se používají antény, jejichž pracovní kmitočet je nižší než 2 MHz, tyto antény tvoří většinou magnetické smyčky, které mají elektrické stínění. Tyto antény mají velmi malou elektrickou délku s ohledem na vlnovou délku kmitočtů nižších než 2 MHz a elektrické pole je neovlivňuje.

V minulosti bylo zjištěno, že zkoušená zařízení jsou po instalaci na platformě susceptibilní na kolísání napětí, a proto je nutno je zkoušet i z tohoto hlediska, aby se předcházelo problémům při jejich vystavení polím s nízkými kmitočty, které se mohou naindukovat v propojovacích vodičích. Ačkoliv se to zdá nepravděpodobné, vazba nízkých kmitočtů do kabeláže byla při zkouškách EMI zjištěna mnohokrát.

Mezní hodnoty pro všechny pozemní aplikace se pohybují ve stejném kmitočtovém rozsahu, i když existují až 20 dB rozdíly mezi kategoriemi zařízení umístěných v pevných námořních systémech (např. pobřežní stanoviště) a pohyblivých námořních systémech (např. zařízení přenášená osobami). Všechna zařízení používaná pozemními silami musí vyhovovat mnohem přísnějším mezním hodnotám, zatímco zařízení vyráběná pro pozemní podporu leteckých sil se zkouší podle mírnějších mezních hodnot. V závislosti na předpokládaném bojovém nasazení zařízení existuje u mezních hodnot rozdíl až 20 dB. Pohyblivé prostředky mohou být často umístěny v blízkosti nechráněných antén, jako je tomu např. při instalaci do vozidel nebo stanů nebo v rozměrově malých vrtulnicích a vyžadují tedy použití přísnějších mezních hodnot. U pevných námořních systémů a pozemních podpůrných systémů hrozí s ohledem na anténní vazby mnohem menší nebezpečí.

Přízpůsobení akvizičního procesu pro smluvní dohody je následující. Mezní hodnoty se mohou určit na základě typu zařízení spojeného s anténami v místě instalace a stupně stínění umístěného mezi zařízením, propojovacími kabely a anténami. Podstatný vliv na určení mezních hodnot může mít např. skutečnost, že zařízení včetně kabeláže je kompletně umístěno ve stíněném prostoru, se známými útlumovými charakteristikami. Při určování mezních hodnot je možno vzít do úvahy pouze kmitočtový rozsah, pro který je přijímač spojený s anténou určen. Některé případy je z tohoto hlediska nutno ověřit, protože je možnost, že zařízení bude nainstalováno dodatečně. Není např. běžné přidávat spojovací prostředek (např. HF rádio) na palubu letadla určeného pro jiný druh bojového úkolu.

8.6.9.20.2 Zkušební postup

Z normalizačních důvodů se při této zkoušce požadují specifické antény. Hlavním důvodem je, aby v různých zkušebnách byly dosaženy stejné výsledky.

Aby se získaly odpovídající úrovně signálu pro správnou funkci měřicího přijímače, je nutno použít antény s velkými rozměry. Při měření ve stíněném prostoru je nutné, aby byla anténa poměrně blízko zkoušeného zařízení, a vyzařované pole pak není na měřicí anténě rovnoměrně rozloženo. Při měření elektrického pole s kmitočtem menším než několik stovek MHz neměří anténa skutečné elektrické pole.

Prutová anténa s délkou prutu 1,04 m má teoretickou elektrickou délku 0,5 m a uvažuje se jako krátký monopól s nekonečnou zemní plochou. Pokud se použije dostatečná protiváha jako obraz prutu v zemní ploše, produkuje anténa skutečné elektrické pole. Požadavek na spojení protiváhy se stíněním nebo zemí je z důvodu

zlepšení její funkce jako zemní plochy. Anténa typu dvojitý kužel (biconical) a trychtýř s dvojitým hřbetem (double ridged horn) se kalibrují předpokládaným vzdáleným polem na vzdálenost 1 m. Tato technika poskytuje normalizované výsledky. I když skutečné elektrické pole se dosáhne pouze u kmitočtů vyšších než 1 GHz, kde se dá hovořit o podmínkách vzdáleného pole pro praktické účely.

Anténní faktor (k-faktor) se určuje postupem uvedeným v [15] nebo jiném vhodném dokumentu. Používá se pro převod napětí z výstupu antény na intenzitu elektrického pole v místě antény. Pro získání správné hodnoty je nutné do výsledku započítat útlum měřicích kabelů a použitých útlumových členů.

Trychtýřová anténa s dvojitým hřbetem je ovšem pro standardizační účely vhodnější z několika důvodů. Další lineárně polarizované antény, jako jsou např. logaritmiccko-periodické, se mohou použít za předpokladu, že měření se uvažuje od jejich fázových středů. Vychází se ze zkušeností, kdy se v minulosti tyto antény používaly a ne vždy dávaly stejné výsledky jako trychtýřové antény s dvojitým hřbetem. Toto je způsobeno nestejným rozložením pole na anténě a problémy vzdáleného/blízkého pole se projeví tím, že měření se neprovádí vzhledem k fázovému středu antény.

Pahýlový zářič, vyžadovaný ve zkušebním postupu je jednoduše krátký drát (dlouhý přibližně 10 cm), připojený ke střednímu vodiči koaxiálního kabelu, který vystupuje z konce kabelu.

Existují dvě různá montážní schémata balunů vhodných pro prutovou anténu 104 cm s ohledem na protiváhu (balun je převodník mezi symetrickým a nesymetrickým zapojením). Některé se navrhuje pro umístění pod protiváhu, jiné pak pro umístění nad protiváhu. Vhodný je jakýkoliv způsob, který zajistí požadovanou elektrickou délku 0,5 m.

Kondenzátor 10 pF používaný spolu s prutovou anténou v kroku c)3) článku 8.6.30.3.4 metody NRE02, jako část kontroly systému, simuluje kapacitu prutu vzhledem k okolí. Elektrické pole v prutové anténě indukuje napětí, které se objeví na obvodech balunu. Jedna z funkcí balunu je převod vstupu antény s vysokou impedancí na impedanci 50 Ω , která odpovídá vstupní impedanci měřicího přijímače. Kapacita 10 pF zajišťuje správnou impedanci zdroje a používá se při kontrolním postupu. Některé antény mají kapacitu 10 pF pro kontrolní účely zabudovanou jako součást balunu, u jiných se musí použít externí kondenzátor.

Při kontrole měřicího systému může být nastavení správného napětí na vstupu vzhledem ke kapacitě 10 pF zavádějící, vlivem provedením antény a připojeného příslušenství. Protože elektrická délka prutu 1,04 m je 0,5 m, je velikost anténního faktoru indukovaného napětí na vstupu s kapacitou 10 pF 6 dB/m. Jestliže je mezní hodnota zkušebního kmitočtu pro kontrolu měřicího systému 34 dB μ V/m, je požadovaná úroveň pole pro kontrolu měřicího systému o 6 dB menší než tato hodnota, tedy 28 dB μ V/m. Injektované napětí pak má hodnotu:

$$28 \text{ dB}\mu\text{V/m} - 6 \text{ dB}\mu\text{V/m} = 22 \text{ dB}\mu\text{V}.$$

Protože vstupní impedance s kondenzátorem 10 pF je příliš velká, musí se zdroj signálu zatížit 50 Ω (zakočovací člen nebo vstup měřicího přijímače) pro zajištění, že se použije správné napětí. Může se také použít propojení pomocí „T“ členu, kdy se zdroj signálu připojí k jednomu konci, zátěž 50 Ω ke druhému a střední vodič třetího konce se připojí ke kondenzátoru 10 pF (válcové stínění se spojí s krytem balunu).

Někdy se pro určení anténního faktoru, jako příslušenství, dodává průchozí napáječ, který funguje jako napěťový dělič. Příslušenství také obvykle obsahuje potřebný kondenzátor 10 pF. Pokud se při injektování zkušebního signálu použije příslušenství, je třeba postupovat opatrně. Protože příslušenství je určeno pouze pro určení anténních faktorů, nemusí doporučené postupy zohledňovat skutečné napětí, které se na kondenzátoru 10 pF objeví. Při použití příslušenství je třeba z tohoto hlediska zkontrolovat, zda se použilo správné napětí. Při běžném provedení je napětí na kapacitě o 14,6 dB nižší než úroveň zdroje signálu a o 5,0 dB vyšší než zobrazuje měřicí přijímač.

Umístění antény při zkoušce závisí na místech vyzařování a vyzařovacím diagramu. Při kmitočtech nižších než je několik set MHz, se vyzařování šíří většinou z kabeláže zkoušeného zařízení. Prutová anténa a anténa s dvojitým kuzelem (bikónická) mají velmi široký vyzařovací diagram. Rovnice na obrázku NRE02-7 v metodě NRE02 je vytvořena na základě prutové antény a antény s dvojitým kuzelem umístěné každé 3 m podél hranice zkoušeného zařízení.

Trychtýřová anténa s dvojitým hřbetem má užší vyzařovací diagram. Kratší vlnové délky nad 200 MHz se vyzařují štěrbinami zkoušeného zařízení a částečně i kabely v blízkosti rozhraní. Požadavky na umístění antény pro kmitočty vyšší než 200 MHz se provádějí na základě umístění štěrbin a otvorů zkoušeného zařízení a kabelů o délce nejméně $\frac{1}{4}$ vlnové délky.

Všechny specifikované antény jsou lineárně polarizované. Nad kmitočtem 30 MHz se musí všechna měření provádět v horizontální i vertikální rovině. Měření s prutovou anténou se provádí pouze ve vertikální rovině, protože uspořádání antény není vhodné pro měření v horizontální rovině.

U zařízení nebo podsystémů, které mají kryty nebo kabeláž, v různých částech platformy se může požadovat měření pro více uspořádání. Např. při instalaci do letadla, kde je jedna část umístěna na vnější straně a kabeláž je vedena dovnitř, se mohou použít dvě různé mezní hodnoty. Může se použít jeden soubor mezních hodnot pro vnější zařízení a druhý pro vnitřní kabeláž. Při provádění jednotlivých zkoušek je třeba tu část, která není předmětem zkoušky odstínit.

8.6.9.21 NRE03 – Vyzařované emise, rušivé harmonické produkty na anténních výstupech, 10 kHz až 40 GHz

8.6.9.21.1 Použitelnost a meze

Požadavky zkoušky jsou v podstatě identické s požadavky zkoušky NCE03 pro vysílače v režimu vysílání. Zkouška přijímačů a vysílačů se neprovádí v pohotovostním režimu (standby). Celá řada doporučení pro zkoušku NCE03 (článek 8.6.9.3) platí také pro NRE03. Rozdíl mezi požadavky zkoušek je ten, že zkouška NRE03 zahrnuje vliv způsobený charakteristikami antény. Zkouška sama je mnohem obtížnější.

8.6.9.21.2 Zkušební postup

Protože zkušební postup používá měření vyzařovaných emisí z antény připojené k přizpůsobené impedanci, stínění a přenosovému vedení, musí být výsledky

nezávislé na uspořádání. Není tedy třeba používat uspořádání uvedené v hlavní části této normy.

Zkušební postup je složitý a vyžaduje velký otevřený prostor pro správnou měřicí vzdálenost antény. Rovnice uvedená ve zkušebním postupu specifikuje minimální možnou vzdálenost antény v závislosti na rozměrech a pracovních kmitočtech. Pro určení maximálních úrovní rušivých a harmonických signálů se požaduje vyzařovací diagram antény s ohledem na azimut a elevaci.

Citlivost měřicího systému se může zlepšit použitím předzesilovače a celá zkouška se musí provádět se souhlasem národního orgánu pro správu kmitočtového spektra (ČTÚ). Před porovnáním naměřených údajů s mezními hodnotami se musí zohlednit útlum prostředí a zisk antény.

Jak je uvedeno na obrázcích NRE03-1 a NRE03-2, požaduje se stínění měřicího systému a pomocných RF zařízení tak, aby nedošlo k saturaci měřicího přijímače a následnému generování rušivých složek, které nejsou způsobeny zkoušeným zařízením. Potřeba stínění se může ověřit zakončením vstupu měřicího přijímače charakteristickou zátěží a provozem zkoušeného zařízení v režimu vysílání a pohotovostním režimu nebo s vypnutým zkoušeným zařízením. Pro určení, zda se mezi kabely nevytváří nežádoucí vazby, se může přijímací nebo vysílací anténa nahradit dostatečně dimenzovanou zátěží

RF kabel mezi přijímací anténou a měřicím přijímačem musí být co nejkratší, aby se snížily ztráty v kabelu a zachytil se i slabý signál.

Pro blokování základního vysílaného kmitočtu a snížení možnosti saturace měřicího přijímače a tím i generování rušivých signálů nebo vyloučení funkce obvodu pro potlačení silných signálů mimo pásmo, jsou potřebné filtry typu pásmová zadrž a obvody uvedené na obrázcích NRE03-1 a NRE03-2. Tyto potlačovací obvody a filtry se musí kalibrovat v celém zkušebním rozsahu.

V některých případech se musí přehodnotit použití údajů v tabulce 501-2. V článku 8.6.31.3.4 metody NRE03 se pro měření výstupního výkonu zkoušeného zařízení používá monitorování výkonu. Ve spojení se ziskem antény se tato hodnota používá pro výpočet efektivního vyzařovaného výkonu (ERP) zařízení. V článku 8.6.31.3.4 se pro měření výkonu z přijímací antény používá měřicí přijímač. Také tento údaj je možno použít pro výpočet ERP. Pro dvě srovnatelná měření musí být rozlišovací šířka pásma měřicího přijímače dostatečně velká, aby zachytila nejméně 90 % výkonu signálu naladěného kmitočtu. Pokud není rozlišovací šířka pásma z tabulky 501-2 vhodná, musí se odpovídající rozlišovací šířka pásma uvést ve zkušebním plánu elektromagnetické interference EMITP.

Pro měření velikosti harmonických a rušivých emisí vzhledem k základnímu kmitočtu, budou hodnoty uvedené v tabulce 501-4 produkovat odpovídající výsledky bez ohledu na to, zda je šířka pásma dostatečně velká aby obsáhla 90 % výkonu signálu. Protože šířka pásma harmonických a rušivých signálů je obvykle stejná jako v případě základního kmitočtu, bude rozlišovací šířka pásma použitá při měření základního kmitočtu a rušivých emisí postačovat i pro správné měření relativních úrovní amplitud ostatních signálů.

8.6.9.22 NRS01 – Susceptibilita na vyzařované emise, magnetické pole, 30 Hz až 100 kHz

8.6.9.22.1 Použitelnost a meze

Zkouška je určena především pro ověření, zda nedochází k poruchám funkce zařízení potenciálně citlivých na magnetické pole. NRE01 je komplementární zkouška pro ověření emisí magnetického pole ze zařízení a podsystémů. Rozbory provedené u zkoušky NRE01 jsou platné i pro tuto zkoušku.

Meze NRS01 pro námořní aplikace byly zvoleny na základě měření emisí magnetického pole z rozvodných napájecích systémů (transformátorů a kabelů) a magnetického pole vyskytujícího se v námořních instalacích. Meze NRS01 pro námořní aplikace v kmitočtovém rozsahu 30 Hz až 2 kHz byly odvozeny z nejhoršího případu emisí magnetického pole z výkonového transformátoru (asi 170 dBpT) a běžně používaných typů kabelů (DSGU-400), při započítání harmonických složek použitého zařízení a maximální očekávané spotřeby. Meze NRS01 pro námořní aplikace v kmitočtovém rozsahu nad 2 kHz byly určeny měřením magnetického pole v námořních instalacích.

Mezní hodnoty pro pozemní aplikace mají stejný tvar pro zkoušky NRS01 a NRE01. Meze NRS01 jsou určeny na základě napětí 5 mV (bez ohledu na kmitočet) indukovaného v uzavřené smyčce o průměru 127 mm.

Diskuse: *Laboratorní zkoušky se provádějí s ohledem na možnost použití smyčkové antény o průměru 133 mm specifikované v postupu NRE01 namísto smyčkové antény o průměru 40 mm používané v tomto zkušebním postupu pro ověření vyzařovaného pole. Zkoušky ukázaly, že smyčková anténa o průměru 133 mm neposkytuje požadované výsledky vlivem změn vyzařovaného magnetického pole v ploše smyčky antény. Z důvodu menších rozměrů, poskytuje anténa o průměru 40 mm přesnější výsledky měření pole v blízkosti osy vyzařovací smyčky. Požaduje se průběh korekčního faktoru pro převod napětí indikovaného měřicím přijímačem na hodnotu magnetické indukce v dBpT. Výrobci používají různé konstrukce a korekční faktory mohou být pro každou konstrukci jiné. Pokud nejsou dostupné vhodné kalibrační údaje, musí se použít hodnoty dodané výrobcem.*

8.6.9.22.2 Zkušební postup

Zkušební postup vyžaduje, aby se zkouška prováděla na každém konektoru elektrického rozhraní. V případě zkoušených zařízení menších rozměrů mohou být konektory umístěny blízko sebe, takže při zkoušce dochází k ozařování více než jednoho konektoru. Tuto okolnost je nutno zdokumentovat ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP).

Helmholtzovy cívky generují poměrně rovnoměrně rozložené magnetické pole, které je mnohem reprezentativnější pro simulaci prostředí některých instalací, hlavně v ponorkách. Z tohoto důvodu se použití střídavých (AC) Helmholtzových cívek preferuje pro zařízení používaná v ponorkách. Navíc umožňují Helmholtzovy cívky vytvořit mnohem realističtější zkušební místo a jejich použití obecně zkracuje dobu měření. Použití zde uvedených vodičů a analytických výrazů umožňuje navrhnout a zkonstruovat Helmholtzovy cívky pro zkoušku NRS01 uživatelem.

Střídavé Helmholtzovy cívky je možno navrhnout podle následujících pokynů.

Uzavřená forma řešení pro magnetickou indukci vytvořenou podél osy dvou stejných sériově zapojených kruhových cívek je následující:

$$B_z = \frac{\mu_0 N I r^2}{2} \left(\frac{1}{(z^2 + r^2)^{3/2}} + \frac{1}{((d-z)^2 + r^2)^{3/2}} \right)$$

kde

- B_z = magnetická indukce (T),
 μ_0 = permeabilita vzduchoprázdna (H/m),
 N = počet závitů (stejný pro obě cívky),
 I = proud (A),
 r = poloměr cívek (m),
 d = vzdálenost cívek (m),
 z = vzdálenost podél společné osy (m).

Při běžném uspořádání Helmholtzových cívek $d = r$. Ve středu zkušebního prostoru (kde $z = r / 2$) je možno výše uvedený vztah zjednodušit:

$$B_z \approx \frac{(8,99 \cdot 10^{-7}) N I}{r}$$

Impedanci cívek je možno určit pomocí všeobecného výrazu pro RL sériové obvody. Dominantní složkou pro kmitočty pod 100 kHz je indukčnost, která je součtem indukčnosti sériového zapojení jednotlivých cívek (L) a vzájemné indukčnosti (M) mezi oběma cívkami.

$$L_{\text{celk}} = 2(L + M)$$

kde

$$M = \alpha N^2 r,$$

$$\alpha = 0,494 \cdot 10^{-8} \text{ H/m}.$$

Sérová indukčnost se určí následující rovnicí, která platí pro vnější indukčnost kruhové cívky, kdy svazek vodičů tvořících cívku je kruhového tvaru a jeho poloměr je vzhledem k poloměru cívky zanedbatelný:

$$L = N^2 r \mu_0 \left[\ln \left(\frac{16r}{a} \right) - 2 \right]$$

kde a = průměr svazku vodičů tvořících cívku v metrech.

Následuje několik omezení, která je třeba při konstrukci Helmholtzových cívek vzít v úvahu.

- Proud tekoucí cívkami je omezen jejich impedancí. Dominantní složkou impedance je induktivní reaktance cívky. Protože je úměrná čtverci počtu závitů (N), musí být cívka navržena s minimálním počtem závitů, které postačují, aby se dosáhlo mezních zkušebních hodnot i pro nízké kmitočty. V závislosti na velikosti cívky může být nutno konstruovat cívky s jednou nebo více odbočkami pro snížení počtu závitů na vyšších kmitočtech.
- Vlastní rezonanční kmitočet musí být vyšší než 100 kHz. Při kmitočtu vlastní rezonance není praktické generovat vhodný proud pro dosažení zkušební meze.

- c) V každé cívce existuje řada napěťových poklesů, které odpovídají impedanci cívky a protékajícímu proudu. Protože poklesy napětí jsou soustředěny v prostoru mezi cívkami, existuje zde napěťový gradient (elektrická složka pole V/m). Toto pole bude mít maximum v blízkosti obvodu kruhových cívek. Pokud je zkoušené zařízení vzhledem ke zkušebnímu místu poměrně malé, nemusí se tento vliv uvažovat. Pokud je ovšem zkoušené zařízení v blízkosti obvodu cívky nebo je velikost elektrického pole vzhledem k požadavkům na elektrické pole zkoušky NRS02 významná, musí se provést kroky pro minimalizaci úrovně elektrického pole.

Jako nepraktické se jeví použití běžných laboratorních výkonových zesilovačů pro dosažení zkušebních mezních hodnot zkoušky NRS01 u cívek s průměrem větším než 1,22 m. Při použití Helmholtzových cívek s větším průměrem se musí uvažovat o změně zkušebních mezních hodnot. Může se např. navrhnout, že úroveň zkušebního signálu musí překročit mezní hodnoty vyzařování spíše o 3 dB než o 6 dB, jak se vyžaduje u Helmholtzových cívek. Tyto změny musí schválit akviziční orgán.

Před prvním použitím cívek se musí zkouškou ověřit, zda jsou schopny generovat požadovanou magnetickou indukci v kmitočtovém pásmu 30 Hz až 100 kHz. Musí být k dispozici vhodná rozmezí (2 dB až 3 dB) pro kompenzaci vlivu potenciálních zátěží způsobených kovovou strukturou nebo magnetickým materiálem. Musí se potvrdit, že první příznaky vlastních rezonancí se projeví nad horním mezním kmitočtem zkoušky NRS01, což je 100 kHz. Okrajové složky elektrického pole na kmitočtech vyšších než 10 kHz v místě měření se musí určit buď přímým měřením, nebo přibližně měřením poklesu napětí mezi cívkami a podílem vzdáleností mezi cívkami. I když je elektrická složka pole mnohem menší než mezní hodnota susceptibility na elektrické pole u zkoušky NRS03, musí se cívky opatřit přerušeným elektrostatickým stíněním, jako ochrana před nejednoznačností při interpretaci výsledků zkoušky.

8.6.9.23 NRS02 – Susceptibilita na vyzařované emise, elektrické pole, 2 MHz až 40 GHz

8.6.9.23.1 Použitelnost a meze

Zkouška se používá pro ověření krytů a kabelů zkoušeného zařízení. Základní myšlenkou je vyzkoušet, zda bude zařízení pracovat bez poruch funkce za přítomnosti elektromagnetických polí generovaných anténami vysílačů umístěných na platformě nebo anténami externích vysílačů.

Zkoušené zařízení se vystavuje vlivům vyzařovaného pole nižších kmitočtů (okolo 50 kHz) pro určení susceptibility na rušení vyzařované elektronickými/elektrickými obvody jako jsou např. spínané zdroje v prostředí, kde bude zařízení umístěno.

Neexistuje žádný vztah mezi požadavky této zkoušky a zkoušky NRE02. Zatímco u zkoušky NRE02 se uvažuje potencionální vliv antény spojené s přijímačem, zkouška NRS02 simuluje pole, které se generuje vysílačem s připojenou anténou.

Mezní hodnoty specifikované pro různé platformy jsou určeny jednoduše na základě očekávaných úrovní, které se mohou vyskytnout za předpokládaných fází životního cyklu zařízení. Není nutno reprezentovat nejhorší případ prostředí, kterému může být

zkoušené zařízení vystaveno. RF prostředí může být velmi proměnné, konkrétně v případě vysílačů umístěných mimo platformu. Mezní hodnoty jsou zvoleny tak, aby pokryly co největší počet předpokládaných situací (včetně přímých vazeb s anténami umístěnými na platformách nebo externě montovaných zařízení) způsobených vysílači vysokého RF výkonu. Paluby letadlových lodí neposkytují celkově kryté prostředí. Vyšetřováním elektromagnetického prostředí na palubě letadlových lodí bylo zjištěno, že na devíti kmitočtech používaných letectvem v HF pásmu (2 MHz až 30 MHz) se vyskytly úrovně až 42 V/m. Z toho vyplývá, že zařízení umístěná na těchto palubách musí odolávat úrovní 50 V/m stejně, jako zařízení umístěná na lodích s nekovovým trupem.

V minulosti bylo zjištěno, že zkoušená zařízení jsou po instalaci na platformě citlivá na zvlnění napětí a proto je nutno je zkoušet i z tohoto hlediska, aby se předcházelo problémům při jejich vystavení polím s nízkými kmitočty.

Příkladem, který demonstruje proměnnost okolního prostředí zemně instalace a potřebu efektivního sestavení požadavků, je instalace zařízení v rozlehlém zemněném systému radiolokátoru. Některá zařízení vyzařují výkonové úrovně vyšší než 1 MW a zpětná vazba s anténou může být podstatná. Pro zařízení umístěná v takovém systému je nutno navrhnout vhodné zkušební úrovně.

Pro letadla a lodě se specifikují různé meze v závislosti na skutečnosti, zda zařízení poskytuje platformě ochranu. Při použití v pozemních aplikacích, jako jsou např. tanky, nejsou žádné rozdíly, protože stejné zařízení se používá i v instalacích, které neposkytují žádnou ochranu.

Požadavek 200 V/m pro letecké aplikace je velmi přísný a při návrhu zařízení činí jeho splnění nemalé potíže. Vnější podmínky předpokládané u většiny leteckých aplikací jsou vyšší než 200 V/m. Letouny, konkrétně vrtulníky mají takový letový profil, že téměř výhradně kopírují terén (nap-of-the-Earth (NOE)). Letový profil NOE zapříčiňuje mnohem bližší a delší provoz v prostředí, kde se vyzařují vysoké výkony EM energie. Tento přístup je stejný jako přístup FAA (Federal Aviation Administration – Federální úřad pro letectví), který doporučuje, že pro vrtulníky s letovým režimem VFR (Visual Flight Rules – Pravidla pro let s vizuálním kontaktem) se musí použít vyšší zkušební úrovně než pro letadla.

U ponorek se rozlišují meze zkoušky NRS02 pro zařízení umístěná uvnitř nebo vně vodotěsného trupu. U zařízení určených pro umístění uvnitř trupu se pro kmitočty vyšší než 30 MHz používá zkušební hodnota 10 V/m, včetně přenosných vysílaček používaných v ponorkách. Pro zařízení umístěná vně vodotěsného trupu se používají mnohem přísnější zkušební úrovně, protože tato zařízení jsou vystavena mnohem vyšším elektromagnetickým polím. Mezní hodnoty NRS02 určené pro externí zařízení se používají pro zařízení, která jsou plně funkční pouze nad čarou ponoru. Jiné mezní hodnoty, méně přísné, se používají pro zařízení umístěná na vnější straně trupu, ale která jsou spojena s nástavbou ponorky (kovový kryt).

V procesu přizpůsobování požadavků zkoušky akvizičním orgánem pro smluvní dohodu o dodávce, se mohou požadované úrovně a kmitočtové rozsahy určovat podle zdrojů emisí v instalaci a v její blízkosti. Skutečné úrovně polí se mohou vypočítat z charakteristik zdrojů emisí, vzdálenosti mezi zdroji a zkoušeným zařízením a použitým stíněním. Literatura [6] poskytuje informace o pozemních, leteckých a námořních nepřátelských i vlastních zdrojích RF emisí, které přispívají

k vytvoření elektromagnetického prostředí. Možnost použití zkoušeného zařízení v jiné instalaci předpokládá započítání zdrojů emisí v tomto místě. Další možnosti v procesu přizpůsobování zkušebních podmínek je použití různých modulací zkušebních signálů, např. standardní 1 kHz, obdélníkový zkušební průběh nebo jiné modulace, které odpovídají podmínkám v místě instalace.

Požadavky NRS02 pro lodě a ponorky platí pro kmitočty používané přijímači s anténami připojenými k jejich konektorům; zde není žádná úleva, jako je tomu v případě jiných platforem. Použití bezdrátových zařízení, jako jsou např. zařízení pro rádiovou identifikaci (RFID), ruční radiostanice, bezdrátové místní sítě (WLAN) atd. se začínají používat v prostředí podpalubí. Vystává požadavek, chránit přijímače a jejich používané kmitočty před nezamýšlenými emisemi bezdrátových zařízení (produkujících RF), která se používají v bezprostřední blízkosti přijímačů, když platforma sama poskytuje vhodné oddělení (např. útlum signálu mořskou vodou mezi anténami vysílače a přijímače v případě ponorek), takové, že přijímací anténa nedetekuje významné úrovně z bezdrátového zařízení. Požadavek je zamýšlen jako ujištění, že zařízení (přijímač) nebude reagovat na elektrické pole, které se generuje zamýšlenou strukturou a není žádné omezení signálu přijímaného anténou. Intenzita elektrického pole ve vzdálenosti 1 m od typického bezdrátového zařízení s efektivním izotropním vyzařovaným výkonem (EIRP) 100 mW (typická bezdrátová síť LAN 802.11, RFID a bezdrátová komunikace) je 1,73 V/m.

POZNÁMKY

- 1 Počáteční kmitočet musí určit národní autorita.
- 2 Pravidla federální komunikační komise (FCC) definují omezení výkonu pro bezdrátové sítě WLAN v normě FCC Část 15.247, kde se požaduje, aby efektivní izotropní vyzařovaný výkon nepřesáhl 1 W. To znamená intenzitu elektrického pole 5,5 V/m ve vzdálenosti 1 m. Je nutno poznamenat, že pro pevné systémy point-to-point, které používají antény s vyšším ziskem, povoluje FCC výkon 4 W.

8.6.9.23.2 Zkušební postup

Zkušební místa dovolují zvolit vhodná zařízení, která umožňují generovat potřebné zkušební elektrické pole. Mohou se použít různá zařízení, jako jsou antény, dlouhá vedení, TEM buňky, odrazové komory (používá se laděný režim) nebo paralelní rovinné vedení. Pole musí být na zkušebním místě rozloženo co nejvíc rovnoměrně. Pro kmitočty vyšší než 30 MHz se musí použít horizontální i vertikální polarizace. Tento požadavek omezuje použití některých typů zkušebních systémů. Pro kmitočty nižší než 30 MHz se požaduje pouze vertikální polarizace, protože horizontální polarizace se provádí velmi obtížně.

Snímače elektrického pole pro kmitočty nižší než 1 GHz se musí pro minimalizaci hraničních podmínek zemní plochy umístit nejméně 30 cm nad zemní plochou, protože ovlivňují pole delších vlnových délek. Pro kmitočty nad 1 GHz jsou tyto vlivy méně účinné a objemy ozařované anténami, které mají vyšší zisk, jsou menší. Je tedy nutné snímače pole umístit do hlavního laloku antény a výš, tak aby snímaly zkušební pole EUT.

Požadavek, aby snímač elektrické složky pole zachycoval základní kmitočet je zvláště důležitý při použití bikónické antény, která má horší parametry na nižších kmitočtech. Harmonické složky, které mají nižší výkon než základní kmitočet, mohou

vyzařovat vyšší úrovně pole, protože na těchto kmitočtech může mít anténa vyšší zisk. Základní způsob jak se vyhnout tomuto případu je použít přenosový lineární zářič, nebo fyzicky větší vysílací anténu na nižších kmitočtech (přibližně pod 70 MHz).

Kategorie 501 umožňuje větší vzdálenost mezi anténou a hranicí měřeného zařízení než 1 m. Tento přístup je možný v případě, že je k dispozici výkonový zesilovač pro dosažení požadované intenzity zkušebního pole, protože v tomto případě se ozařuje větší objem zkoušeného zařízení při jedné pozici antény.

Při zkoušce se požaduje monitorování skutečného elektrického pole. Protože některá zařízení určená pro měření elektrického pole neměří skutečnou hodnotu elektrického pole, je výhodné pro monitorování úrovně zkušebního elektrického pole použít snímače s odpovídající citlivostí. Vyžadují se elektricky krátké snímače s malými fyzickými rozměry, které významně neovlivňují zkušební pole. Protože k dispozici jsou i aditelné snímače, není třeba při zkoušce používat širokopásmové snímače.

Použití více snímačů je možné za předpokladu, že všechny snímače jsou umístěny v rozsahu hlavního laloku vysílací antény. Skutečná hodnota pole se získá průměrováním naměřených výsledků. Pokud např. jsou hodnoty naměřené snímači 30 V/m, 22 V/m a 35 V/m, je skutečná hodnota elektrického pole $(30 + 22 + 35) / 3 = 29$ V/m.

Různé snímače mohou používat různé techniky měření pole. Na kmitočtech, kde podmínky nemají charakter vzdáleného pole, se musí zvolit takový snímač, který je citlivý na elektrickou složku EM pole. Snímače, které měří magnetickou složku nebo výkonovou hustotu a tyto převádí na hodnotu elektrického pole, není možno použít. V podmínkách vzdáleného pole budou všechny snímače produkovat stejné výsledky. Pro modulované zkušební signály se musí použít korekční faktor, který zajistí, že výsledky budou mít charakter vrcholových hodnot, jak je uvedeno v článku 8.6.6.10.1 tohoto dokumentu. Senzor je třeba volit s ohledem na rychlost změn modulovaného signálu.

Typický postup pro určení korekčního faktoru je následující:

- a) Pomocí nedomulovaného zdroje vygenerovat elektrické pole o zvoleném kmitočtu.
- b) Nastavit úroveň pole tak, aby snímač zaznamenal hodnotu v blízkosti plného rozsahu stupnice a hodnotu zaznamenat.
- c) Toto pole modulovat podle požadavku (normálně obdélníkovým impulzem s kmitočtem 1 kHz a střídou 50 %) a zajistit, aby pole mělo stejnou vrcholovou hodnotu. Pro měření se může použít měřicí přijímač s detektorem vrcholové hodnoty a přijímací anténa.
- d) Zaznamenat hodnotu naměřenou snímačem.
- e) Korekční faktor se získá dělením první naměřené hodnoty druhou naměřenou hodnotou (v případě, že jsou naměřené hodnoty v dB obě hodnoty od sebe odečíst).
- f) Postup a) až e) opakovat pro další kmitočty požadovaného kmitočtového rozsahu.

Pro kmitočty vyšší než 1 GHz má vyzařované pole pro zkušební účely charakter vzdáleného pole vlivem použití typických vysílacích antén, jejich vyzařovacích diagramů a vzdáleností od zkoušeného zařízení. Je tedy zřejmé, že trychtýřová anténa s dvojitým hřbetem bude spolu s měřicím přijímačem v místě přijímací antény produkovat skutečnou úroveň elektrického pole. Stejně tak tomu bude i v případě měřicích zařízení s izotropním snímačem, kde se může provést převod na elektrické pole.

U zařízení nebo podsystémů, které mají kryty nebo kabeláž v různých částech platformy, se může požadovat měření pro více uspořádání. Např. při instalaci do letadla, kde je jedna část umístěna na vnější straně a kabeláž je vedena dovnitř, se mohou použít dvě různé mezní hodnoty. Může se použít jeden soubor mezních hodnot pro vnější zařízení a druhý pro vnitřní kabeláž. Pro jednotlivé zkoušky je třeba tu část, která není předmětem zkoušky, odstínit.

POZNÁMKA Pro ověření snímacího senzoru se může jako alternativa použít substituční metoda. Tato skutečnost se musí uvést ve zkušebním plánu.

Pro ověření účinnosti stínění se nyní používají odrazové (reverberační) komory, které používají laděný režim a v některých případech se mohou použít i pro zkoušky susceptibility na vyzařované emise zařízení nebo podsystémů. Podstatou použití odrazových komor je vybudování režimu požadovaného šíření elektromagnetické vlny, pro nastavení proměnného průběhu stojatých vln v komoře. Pro generování elektromagnetických vln se používá vysílací anténa. Otáčením nepravidelně tvarovaného ladicího prvku se budí různé režimy a upravuje se průběh stojatého vlnění v komoře. V libovolném místě komory se vybudí stejné vrcholové hodnoty elektrického pole při stejné poloze ladicího prvku.

Výhodou odrazových komor je produkce relativně vyšších úrovní pole, než je možno dosáhnout jinou technikou pro daný výkonový vstup. Také orientace krytů zkoušeného zařízení je méně kritická, protože všechny strany zkoušeného zařízení jsou vlivem nastavení ladicího prvku vystaveny stejné vrcholové úrovni pole. Výkon konkrétní odrazové komory závisí na celé řadě faktorů včetně rozměrů, Q faktoru komory, počtu režimů šíření a použitého kmitočtového rozsahu.

Při použití odrazových komor se mohou vyskytnout následující problémy.

- a) Polarizace pole a jeho rozložení s ohledem na uspořádání zkoušeného zařízení jsou v každém časovém bodu obecně neznámé. Pokud se vyskytne problém, není možno určit, za jakých podmínek k němu došlo.
- b) Odrazové komory se někdy používají jako nástroje pro určení potenciálních problémů na kmitočtech, které byly zjištěny postupem používajícím konvenční antény.
- c) Pro určení vhodnosti použití odrazové komory při zkouškách se musí předem zjistit její parametry v daném kmitočtovém rozsahu.

Odrazové komory se pro správnou funkci musí navrhovat ve shodě s následujícími požadavky.

- a) Ladicí prvek (tuner) musí být vyroben z kovu s vhodně umístěnými polohovacím zařízením, které umožní jeho otáčení o 360° s minimálně 200 kroky natočení. Ladicí prvek musí být nesymetrický, s nejmenším

rozměrem, který odpovídá $\lambda/3$ nejnižšího zkušební kmitočtu a největším rozměrem, který odpovídá 75 % nejmenšího rozměru odrazové komory.

- b) V prostoru nesmí být umístěny žádné předměty, které by mohly způsobovat absorpci, jako jsou stoly, židle, dřevěná podlaha, zvýšená podlaha, police apod. Podpěrná zařízení se musí konstruovat z pěnového materiálu s vysokou hustotou.
- c) Vysílací a přijímací antény musí být nejméně 1 m (skutečné omezení je $\lambda/3$) od stěny nebo objektu a musí mít možnost přemístění, aby bylo možno zabránit přímému postavení mezi hlavními laloky obou antén nebo mezi zkoušeným zařízením a hlavním lalokem kterékoliv antény.
- d) Nejnižší použitelný kmitočet závisí na rozměrech odrazové komory. Pro určení nejnižšího použitelného kmitočtu se může použít následující postup:
- 1) Následující vztah určuje počet možných režimů (N), které mohou nastat při daném kmitočtu. Pokud je pro daný kmitočet možný počet režimů menší než 100, nesmí se komora použít pro tento nebo nižší kmitočet.

$$N = \frac{8\pi}{3}abd\frac{f^3}{c^3}$$

kde a, b a d jsou vnitřní rozměry odrazové komory v metrech,

f = provozní kmitočet v Hz,

c = rychlost šíření elektromagnetického pole ($3 \cdot 10^8$ m/s).

- 2) Pro určení nejnižšího kmitočtu na základě rovnoměrného rozložení pole se použije metoda podrobně popsána v dokumentu [7], kapitola 20.6.
- e) Aby se zajistilo, že časová odezva komory je dostatečně rychlá pro přizpůsobení zkušebnímu signálu impulzního průběhu (jiného než 1 kHz se střídou 50 %), musí se následujícím postupem určit časová konstanta komory.

- 1) Vypočíst Q komory pomocí následující rovnice:

$$Q = \left(\frac{16\pi^2 V}{\eta_{Tx} \eta_{Rx} \lambda^3} \right) \left(\frac{P_{averec}}{P_{forward}} \right)$$

kde η_{Tx} a η_{Rx} jsou faktory účinnosti pro vysílací (Tx) a přijímací (Rx) anténu a jejich hodnota je asi 0,75 pro logaritmicko periodické antény a 0,9 pro trychtýřové antény.

V = obsah komory (m^3), λ je délka vlny (m) specifikovaného kmitočtu.

P_{averec} = průměrný přijímaný výkon za jednu otáčku ladicího prvku.

$P_{forward}$ = vstupní výkon dodávaný do komory pro jednu otáčku ladicího prvku, pro kterou byla určena hodnota P_{averec} .

2) Vypočít časovou konstantu komory τ podle následující rovnice:

$$\tau = \frac{Q}{2\pi f}$$

kde Q je výše vypočtená hodnota a f je kmitočet v (Hz).

Pokud je časová konstanta komory vyšší než 0,4 šířky impulzu modulace, musí se přidat absorpční materiál nebo se musí zvýšit šířka impulzu. Pokud se přidá absorpční materiál, je nutno provádět opakované měření a výpočet Q tak dlouho, dokud není časová konstanta vyhovující s nejmenším množstvím absorpčního materiálu. Pokud se použije absorpční materiál, musí se definovat nové CLF(f).

Před použitím komory se musí určit účinnost ladicího prvku pro horní a dolní kmitočet použitého rozsahu a pro koncové kmitočty, jejichž rozsah nepřesahuje 1 GHz. Pro vyhodnocení účinnosti míchání, injektovat do komory netlumenou vlnu (CW) s požadovaným kmitočtem a zaznamenat průběh přijímaného výkonu ve 200 místech při otáčení ladicího prvku o 360°. Určit korelační koeficient mezi původním souborem přijímaného výkonu a dalšími soubory, získanými umístěním posledního datového bodu původního souboru údajů na pozici prvního bodu a posunem všech ostatních bodů doprava jak je uvedeno následovně:

Původní data D1, D2, D3, D4, D5, . . . D200

Posunutá data (1) D200, D1, D2, D3, D4, . . . D199

Posunutá data (2) D199, D200, D1, D2, D3, . . . D198

Posunutá data (3) D198, D199, D200, D1, D2, . . . D197

Posunutá data (4) D197, D198, D199, D200, D1, . . . D196

Posunutá data (5) D196, D197, D198, D199, D200, D1, . . . D195

Korelační koeficient musí pro pět posunů klesnout pod hodnotu 0,36. Tato hodnota zajišťuje, že ladicí prvek pracuje správně. Jestliže ladicí prvek pracuje nesprávně, je potřeba použít větší ladicí prvek nebo prostor nebo obojí.

Při konstrukci odrazové komory se musí použít norma ČSN EN 61000-4-21.

8.6.9.24 NRS03 – Susceptibilita na vyzařované emise, přechodové jevy, elektromagnetické pole

8.6.9.24.1 Použitelnost a meze

Zkouška se používá především pro zkoušená zařízení, která budou umístěna do prostředí s rychlými náběhy pole a přechodovými ději elektromagnetických impulzů (EMP). Používá se pro kryty, které jsou přímo vystaveny polím vznikajícím mimo strukturu platformy nebo zařízení uvnitř nedostatečně stíněné nebo nestíněné platformy. Požadavky zkoušky se skládají z určení křivky vyšší nebo nižší amplitudy na základě stupně intenzity pole nebo ochrany, kterou poskytuje platforma, kde bude zařízení umístěno. Zkouška se vztahuje pouze na kryty zkoušeného zařízení. Propojovací kabely elektrického rozhraní se musí při zkoušce stínit. Potenciální odezva zařízení způsobená vazbou do kabelů je podobná jako při zkoušce NCS09.

8.6.9.24.2 Zkušební postup

Pro ochranu zkoušeného zařízení, simulovaných zátěží a zdrojů signálu, se musí všechny kabely opatřit celkovým stíněním; musí být ve zkušební komoře co nejkratší a jejich orientace musí minimalizovat vazbu s polem elektromagnetického impulzu (EMP).

Pole vytvářené EMP se v laboratoři simuluje ohraničenou vlnou zářičem TEM (Transverse Electro Magnetic – příčná elektromagnetická vlna), jako je např. TEM buňka a paralelním rovinným přenosovým vedením. Tento způsob zajišťuje, že nedojde k významnému zkreslení pole zkoušeným zařízením na zkušebním místě. Největší rozměry zkoušeného zařízení nesmí být větší než třetina vzdálenosti mezi vyzařujícími deskami simulátoru. V těchto simulátorech je elektrické pole kolmé k povrchům vyzařovacích desek. Měření zkoušeného zařízení se musí provádět ve všech ortogonálních osách, protože polarizace pole v místě instalace není známá.

Normálním postupem je nastavení 10 % specifikované mezní hodnoty a postupné zvyšování úrovně amplitudy s krokem 2 nebo 3, dokud není dosažena požadovaná mezní zkušební úroveň. Při této zkoušce může při malém stupni ochrany dojít k vyhoření přístroje i při nízkých zkušebních úrovních. Zařízení může vykazovat problémy se susceptibilitou při nižších zkušebních úrovních, které se při vyšších úrovních nemusí vyskytovat díky přítomnosti svorkových ochranných zařízení (TPD). Při nižších zkušebních úrovních nemusí dojít k aktivaci ochranných obvodů vyšším namáháním než při vyšších úrovních, kdy k aktivaci došlo.

Na kabely s nedostatečnou izolací nebo konektory, které propouštějí, mohou v přítomnosti vyzařovaných polí působit signály nesymetrického režimu. Metoda pro kontrolu potenciálních problémů je následující:

- a) Sondou B-dot nebo D-dot se změří elektrické pole.
- b) Sonda se invertuje otočením o 180°.
- c) Změří se opět elektrické pole a signál se invertuje.
- d) Signály se od sebe odečtou.
- e) Výsledkem je signál nesymetrického režimu.

Pokud se objeví nějaké významné úrovně, je třeba učinit potřebná opatření, jako je např. utěsnění konektorů a přidání dodatečné izolace, lepší stínění kabelů, alternativní přesměrování nebo stínící bariéry.

8.6.9.25 NRS04 – Susceptibilita na vyzařované emise, susceptibilita na stejnosměrné magnetické pole (DC)

8.6.9.25.1 Použitelnost a meze

Zkouška je speciální a používá se hlavně pro ověření funkce zařízení, které je potenciálně citlivé na stejnosměrné magnetické pole. Zkoušené zařízení může být určeno pro použití v prostoru, kde se generuje zamýšlené nebo nezamýšlené stejnosměrné magnetické pole.

Zkouška se provádí pro ověření zařízení, která jsou určena pro nepřetržitou správnou funkci na palubách lodí, kde se pravidelně provádí demagnetizace lodního trupu. Je nutno poznamenat, že intenzita pole, kterému bude zkoušené zařízení

vystaveno, závisí na umístění na lodi a použitá zkušební úroveň se z tohoto důvodu musí určit akvizičním orgánem před samotnou zkouškou.

Jestliže akviziční orgán pro pozemní nebo letecké aplikace určí, že zkoušené zařízení bude umístěno v prostředí se silným stejnosměrným magnetickým polem, je nepravděpodobné, že specifikovaná úroveň 800 A/m je vhodná pro zajištění správné funkce. Použitá zkušební úroveň se musí přizpůsobit prostředí, ve kterém bude zařízení pracovat.

Zkušební postup se musí použít v případě, že součástky zkoušeného zařízení jsou citlivé na magnetická pole, jako jsou CRT obrazovky, Hallovy sondy, kompasy nebo vysílací/přijímací smyčky.

8.6.9.25.2 Zkušební postup

Stejnosemné proměnné magnetické pole se aplikuje na všechna zařízení, která jsou určena pro ponorky a lodě, pomocí Helmholtzových cívek definovaných v NRS01.

Pole se musí orientovat ve všech třech osách zkoušeného zařízení po dobu, která ověří, že zkušební signál nemá na zkoušené zařízení žádné škodlivé účinky. Úroveň pole se musí zvyšovat na požadovanou zkušební úroveň rychlostí 1 600 A/m/s a před snížením na hodnotu 0 A/m musí na mezní úrovni setrvat po dobu 5 s. Tento postup se musí opakovat, dokud se spolehlivě neověří, že zkoušené zařízení není nepříznivě ovlivňováno. Postup se musí opakovat s polem opačné orientace, což se provede opačným zapojením cívek.

Zkoušené zařízení se musí umístit do středu cívek, protože tam je pole rovnoměrně rozložené. Oblast rovnoměrného rozložení pole závisí na fyzických rozměrech použitých Helmholtzových cívek a žádný rozměr zkoušeného zařízení nesmí být větší než 1,1 násobek poloměru cívek.

Pro zařízení (nebo jednotky systému) o objemu větším než 1 m³ nebo o hmotnosti větší než 100 kg není možno z praktického hlediska použít standardní zkušební metody. Pro zařízení takového typu se musí z důvodu ověření susceptibility použít lokalizované zkušební metody pro všechny části uvažovaného zařízení. Je třeba ovšem zdůraznit, že běžné zkušební metody se musí použít vždy, kdy je to možné a lokalizované metody jsou určeny pouze pro výjimečné případy.

Pro účely této zkoušky musí být zkoušené zařízení napájeno a v běžném provozním režimu. Povolené jsou pouze některé prostředky pro ověření správné činnosti zařízení.

8.6.10 Zkušební postupy

Následující odstavce popisují podrobně zkušební požadavky postupů uvedených výše v článku 8.6.9.

8.6.11 NCE01 – Vedené emise, napájecí vodiče, 30 Hz až 10 kHz

8.6.11.1 Použitelnost NCE01

Požadavek je použitelný pro napájecí vodiče, včetně zpětných, které přivádějí napájení ze zdrojů, které nejsou součástí zkoušeného zařízení, určeného

pro námořní a letecké aplikace. Pro střídavé napájení (AC) se požadavky uplatňují až od druhé harmonické složky napájecího kmitočtu zkoušeného zařízení.

Před zkouškou, je třeba prostudovat tabulku 501-2 a informace uvedené v člancích 8.6.9.1 a 8.6.9.5. Tato zkušební metoda se může nahradit zkouškou NCE05, při které některé akviziční orgány vyžadují zkoušky při vyšších kmitočtech.

8.6.11.2 Mezní hodnoty NCE01

Vedené emise na napájecích vodičích nesmí pro stejnosměrné napájení (DC) v ponorkách překročit úroveň uvedené na obrázku NCE01-1, pro střídavé napájení 60 Hz v ponorkách úroveň uvedené na obrázku NCE01-2, pro napájení 400 Hz v ponorkách úroveň uvedené na obrázku NCE01-3 a pro letecké prostředky úroveň uvedené na obrázku NCE01-4.

8.6.11.3 Zkušební postup NCE01

8.6.11.3.1 Účel

Zkušební postup je určen pro ověření, že vedené emise produkované zkoušeným zařízením nepřesahují požadavky specifikované pro napájecí vodiče včetně zpětných.

8.6.11.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) měřicí přijímače,
- b) proudové sondy,
- c) signálový generátor,
- d) záznamové zařízení,
- e) osciloskop,
- f) rezistor (R),
- g) LISN 50 μ H.

8.6.11.3.3 Provedení

Provedení zkoušky je následující:

- a) Zkoušené zařízení uspořádat podle obrázků 501-3 až 501-6 a popisu uvedeného v článku 8.6.6.8. LISN se může odstranit nebo nahradit jiným stabilizačním zařízením pouze se souhlasem akvizičního orgánu.
- b) Kalibrace. Pro kontrolu měřicího řetězce uspořádat zkušební sestavu podle obrázku NCE01-5.
- c) Měření zkoušeného zařízení.
 - 1) Uspořádat zkušební sestavu pro vykonání zkoušky, jak je uvedeno na obrázku NCE01-6.
 - 2) Proudovou sondu umístit 50 mm od LISN.

8.6.11.3.4 Postup

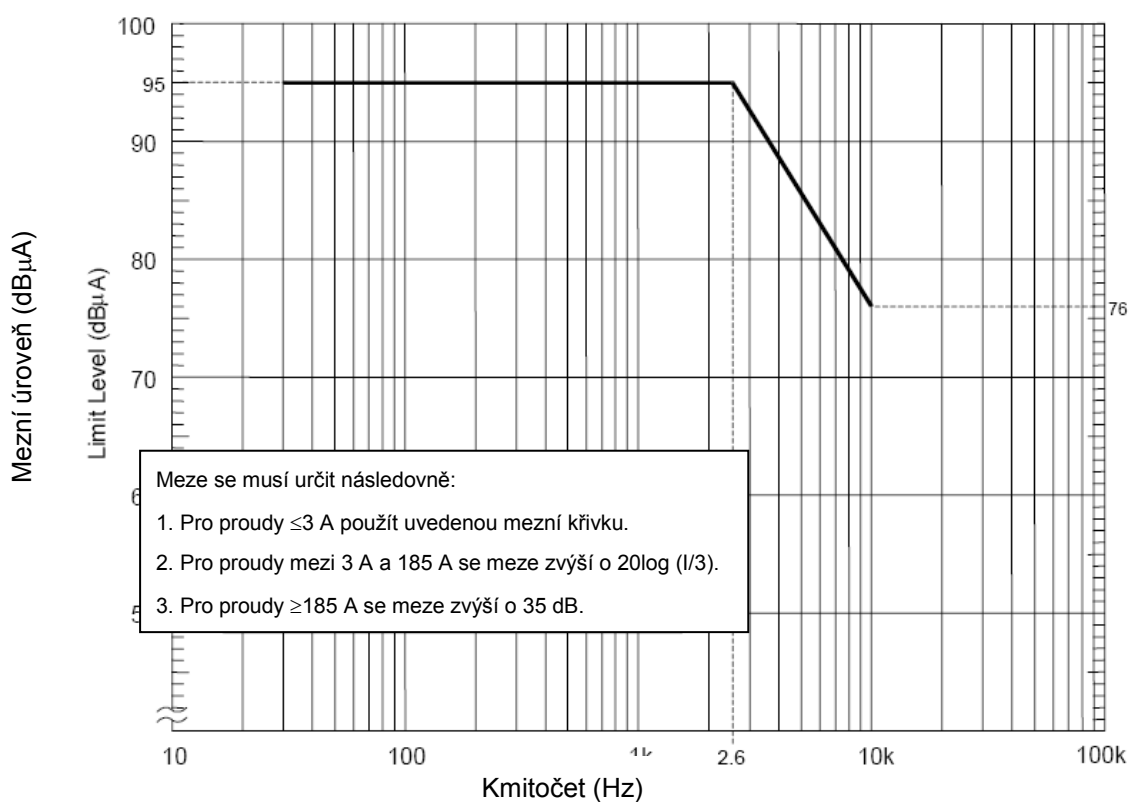
Zkušební postup musí být následující:

- a) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Kalibrace. Ověřit funkci celého měřicího řetězce od proudové sondy až po záznamové zařízení.
 - 1) Přivést k proudové sondě kalibrační signál s kmitočtem 1 kHz, 3 kHz a 10 kHz s úrovní, která je nejméně o 6 dB nižší než požadovaná mezní hodnota.
 - 2) Pomocí osciloskopu a zatěžovacího rezistoru zkontrolovat úroveň proudu. Zkontrolovat také, zda je průběh sinusový.
 - 3) Spustit skenování měřicího přijímače pro každý kmitočet stejným způsobem, jako při normálním snímání údajů. Ověřit, že záznamové zařízení indikuje úrovně v intervalu ± 3 dB injektované úrovně.
 - 4) Pokud jsou indikované úrovně mimo výše uvedený interval, zjistit zdroj chyby a před měřením provést úpravu.
- c) Měření zkoušeného zařízení. Na vstupních napájecích vodičích, včetně zpětných, určit vedené emise způsobované zkoušeným zařízením.
 - 1) Zapnout zkoušené zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
 - 2) Zvolit zkoušený vodič a proudovou sondu umístit na odpovídající místo.
 - 3) Spustit skenování měřicího přijímače ve zvoleném kmitočtovém rozsahu. Rozlišovací šířka pásma a doba měření musí odpovídat údajům v tabulce 501-4 v části „Kategorie 501“.
 - 4) Krok b) 4) článku 8.6.11.3.4 opakovat pro každý napájecí vodič.

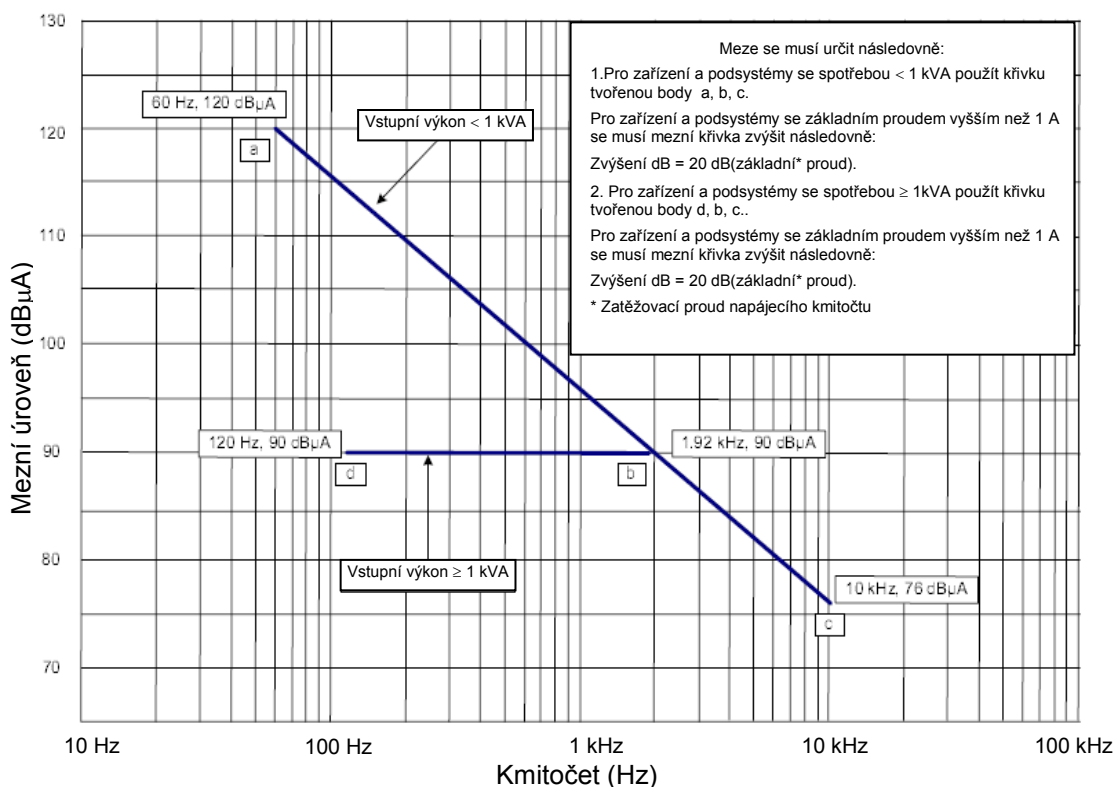
8.6.11.3.5 Prezentace výsledků

Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

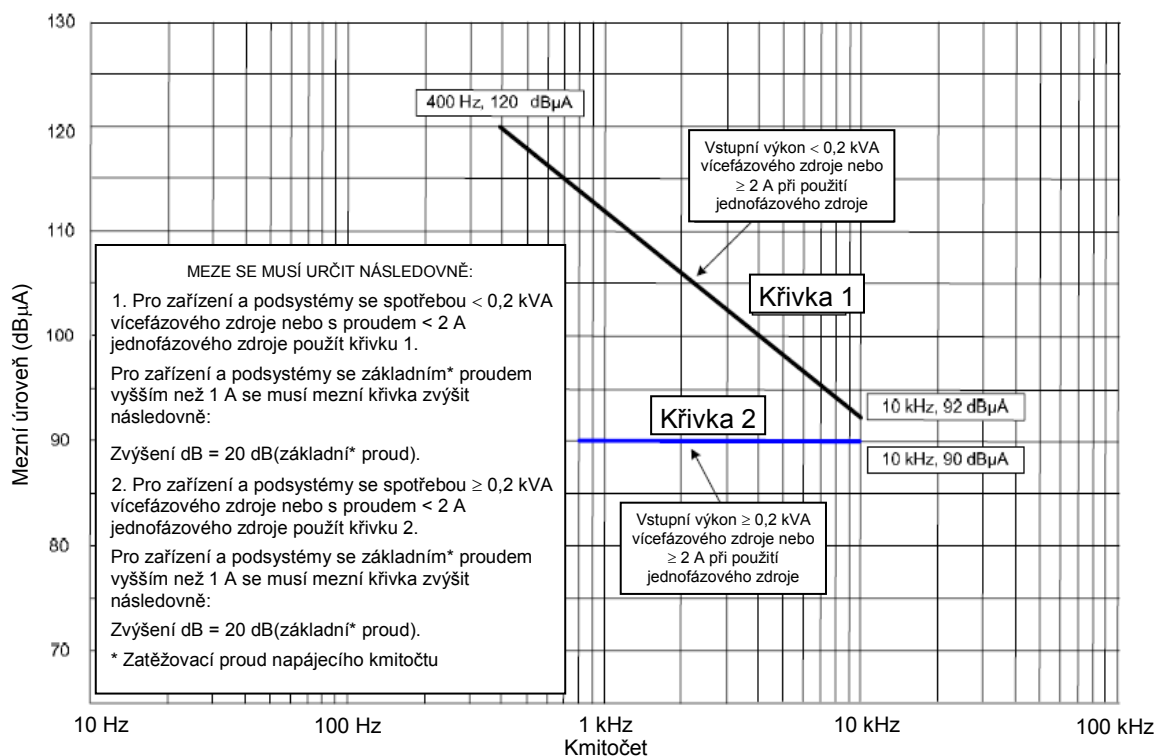
- Výstupní údaje amplitud v závislosti na kmitočtu se musí vykreslit automaticky do spojitého funkčního X-Y grafu. Ručně získané výsledky je možno použít pouze pro kontrolní účely.
- V každém grafu se musí vykreslit použité mezní hodnoty.
- Musí se zajistit minimální rozlišení kmitočtů 1 % nebo dvojnásobek rozlišovací šířky pásma, podle toho, která hodnota je méně přísná a minimální rozlišení amplitudy 1 dB.
- Graf se musí vytvořit pro kalibrační i měřicí část zkušebního postupu.



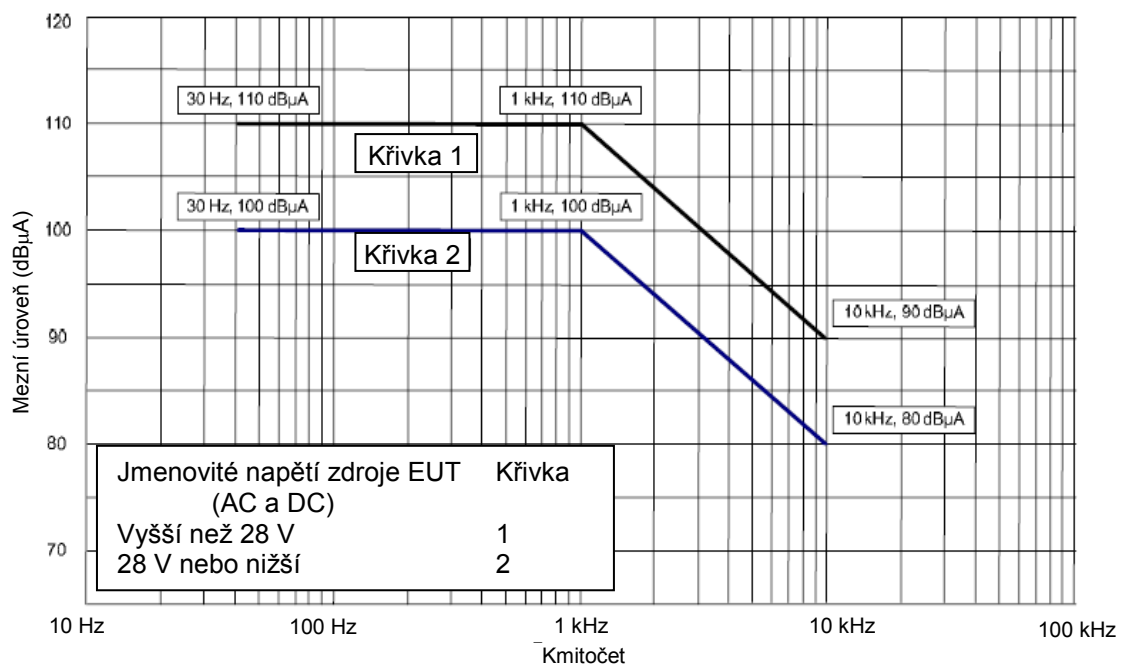
OBRÁZEK NCE01-1 – Mezní hodnoty pro stejnosměrné napájení v ponorkách



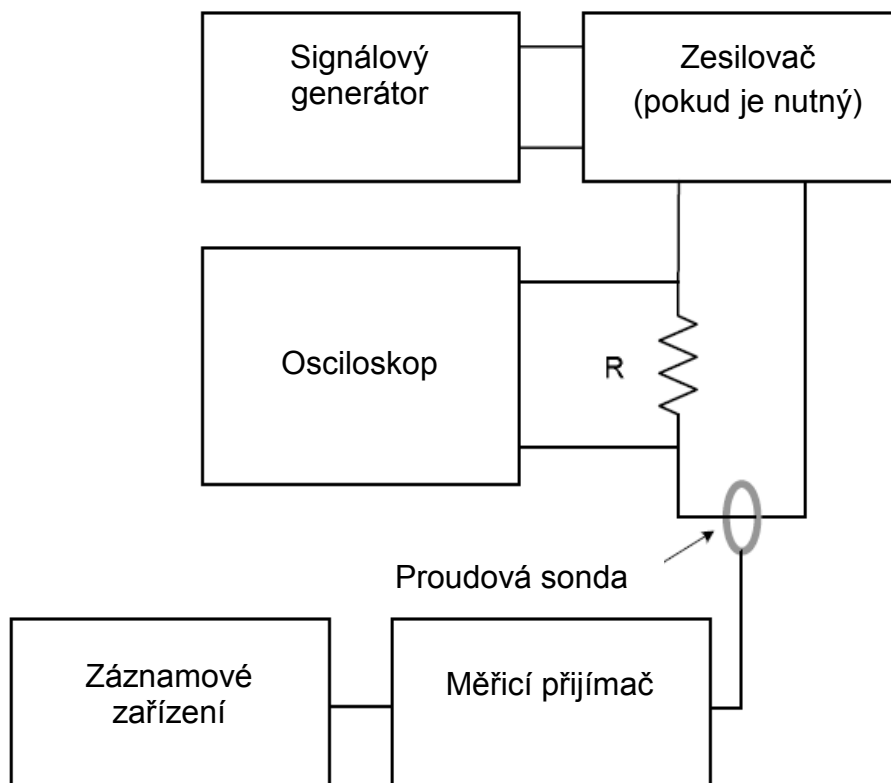
OBRÁZEK NCE01-2 – Mezní hodnoty pro napájení 60 Hz v ponorkách



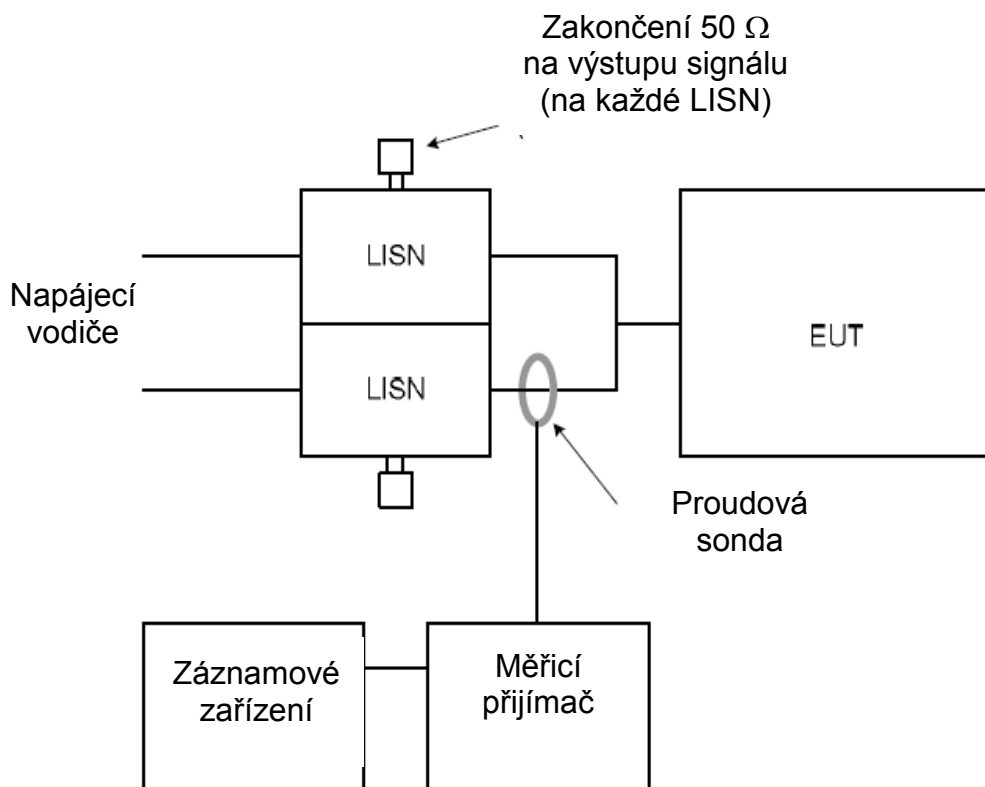
OBRÁZEK NCE01-3 – Meze pro povrchové lodě a ponorky, 400 Hz



OBRÁZEK NCE01-4 – Meze pro letecké aplikace



OBRÁZEK NCE01-5 – Uspořádání při kalibraci



OBRÁZEK NCE01-6 – Uspořádání při měření

8.6.12 NCE02 – Vedené emise, napájecí vodiče, 10 kHz až 10 MHz

8.6.12.1 Použitelnost NCE02

Požadavky jsou použitelné v kmitočtovém pásmu 10 kHz až 10 MHz pro všechny napájecí vodiče včetně zpětných, které přivádějí napájení ze zdrojů, které nejsou součástí zkoušeného zařízení. Podrobnější informace je možno najít v článku 8.6.9.2.

8.6.12.2 Mezní hodnoty NCE02

Vedené emise na napájecích vodičích nesmí překročit úrovně uvedené na obrázku NCE02-1.

8.6.12.3 Zkušební postup NCE02

8.6.12.3.1 Účel

Zkušební postup je určen pro ověření, zda vedené emise produkované zkoušeným zařízením, nepřesahují požadavky specifikované pro napájecí vodiče, včetně zpětných.

8.6.12.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) měřicí přijímač,

- b) záznamové zařízení,
- c) signálový generátor,
- d) útlumový člen 20 dB, 50 Ω ,
- e) osciloskop,
- f) LISN 50 μ H.

8.6.12.3.3 Provedení

Provedení zkoušky je následující:

- a) Zkoušené zařízení uspořádat podle obrázků 501-3 až 501-6 a popisu uvedeného v článku 8.6.6.8.
- b) Kalibrace. Pro kontrolu měřicího řetězce je třeba uspořádat zkušební sestavu podle obrázku NCE02-2. Ujistit se, že napájecí zdroj zkoušeného zařízení je vypnut.
- c) Připojit měřicí přijímač k útlumovému členu 20 dB, který se připojí k signálovému výstupu LISN.
- d) Měření zkoušeného zařízení.

Uspořádat zkušební sestavu pro vykonání zkoušky, jak je uvedeno na obrázku NCE02-3.

Připojit měřicí přijímač k útlumovému členu 20 dB, který se připojí k signálovému výstupu LISN.

8.6.12.3.4 Postup

Zkušební postup musí být následující:

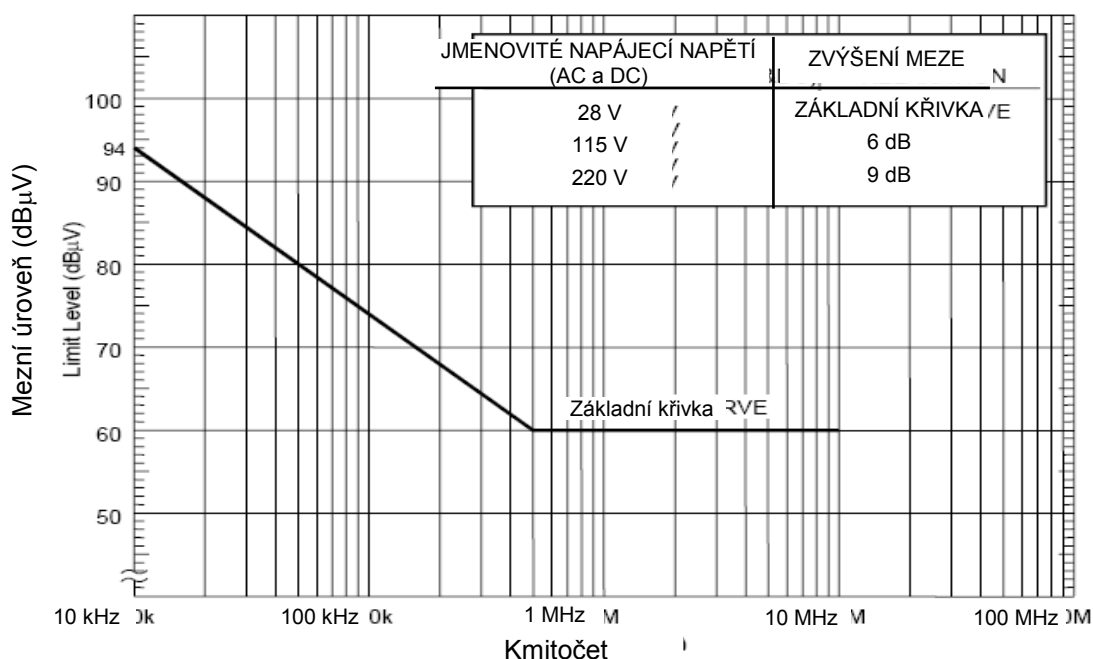
- a) Kalibrace. Ověřit funkci celého měřicího řetězce podle obrázku NCE02-2.
 - 1) Zapnout zkoušené zařízení a vyčkejte odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
 - 2) Připojit kalibrační signál s kmitočtem 10 kHz, 100 kHz, 2 MHz a 10 MHz s úrovní, která je nejméně o 6 dB nižší než požadovaná mezní hodnota. Pomocí osciloskopu ověřit, zda je průběh zkušebních signálů sinusový. Pro kmitočty 2 MHz a 10 MHz použít kalibrovanou výstupní úroveň přímo ze signálového generátoru 50 Ω .
 - 3) Spustit skenování měřicího přijímače pro každý kmitočet stejným způsobem, jako při normálním snímání údajů. Ověřit, zda záznamové zařízení indikuje úroveň uvnitř intervalu ± 3 dB injektované úrovně. Musí se započítat korekční faktor pro použitý útlumový člen 20 dB a pro pokles napětí způsobený vazebním kondenzátorem 0,25 μ F LISN.
 - 4) Pokud jsou indikované úrovně mimo výše uvedený interval, zjistit zdroj chyby a před měřením provést úpravu.
 - 5) Výše uvedené kroky 2) až 4) opakovat pro každou LISN.

- b) Měření zkoušeného zařízení. Určit vedené emise způsobované zkoušeným zařízením při zapojení uvedeném na obrázku NCE02-3.
- 1) Zapnout zkoušené zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
 - 2) Zvolit měřený vodič.
 - 3) Spustit skenování měřicího přijímače ve zvoleném kmitočtovém rozsahu. Rozlišovací šířka pásma a doba měření musí odpovídat údajům v tabulce 501-4 v kategorii 501.
 - 4) Výše uvedené kroky 2) a 3) opakovat pro každý napájecí vodič.

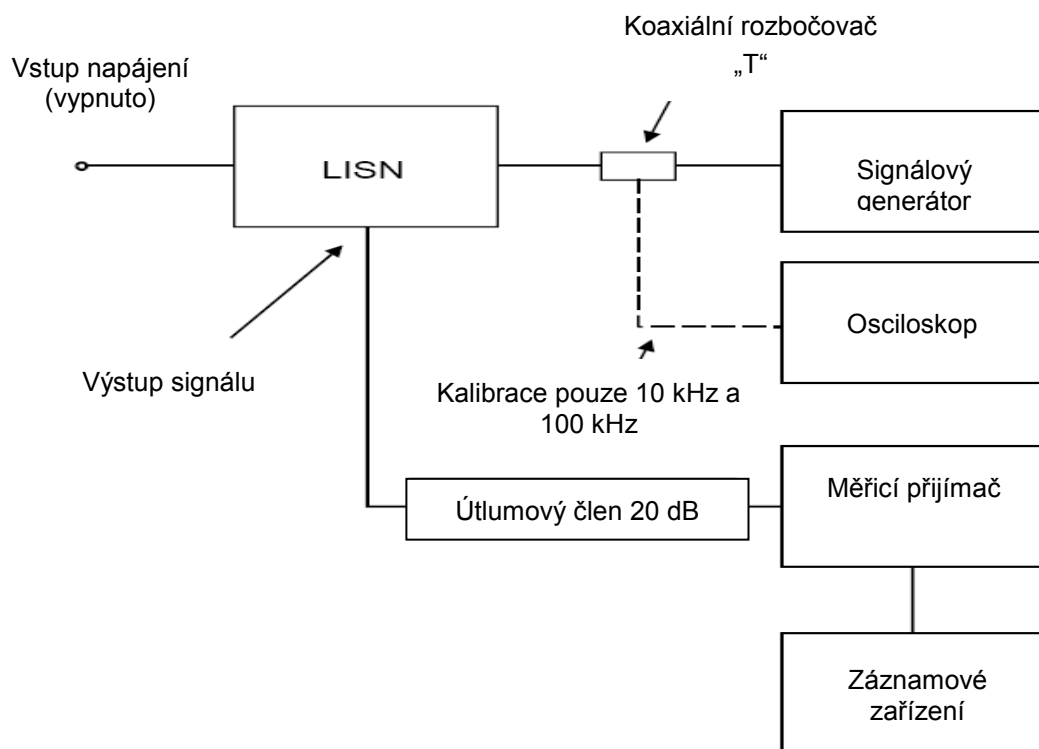
8.6.12.3.5 Prezentace výsledků

Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

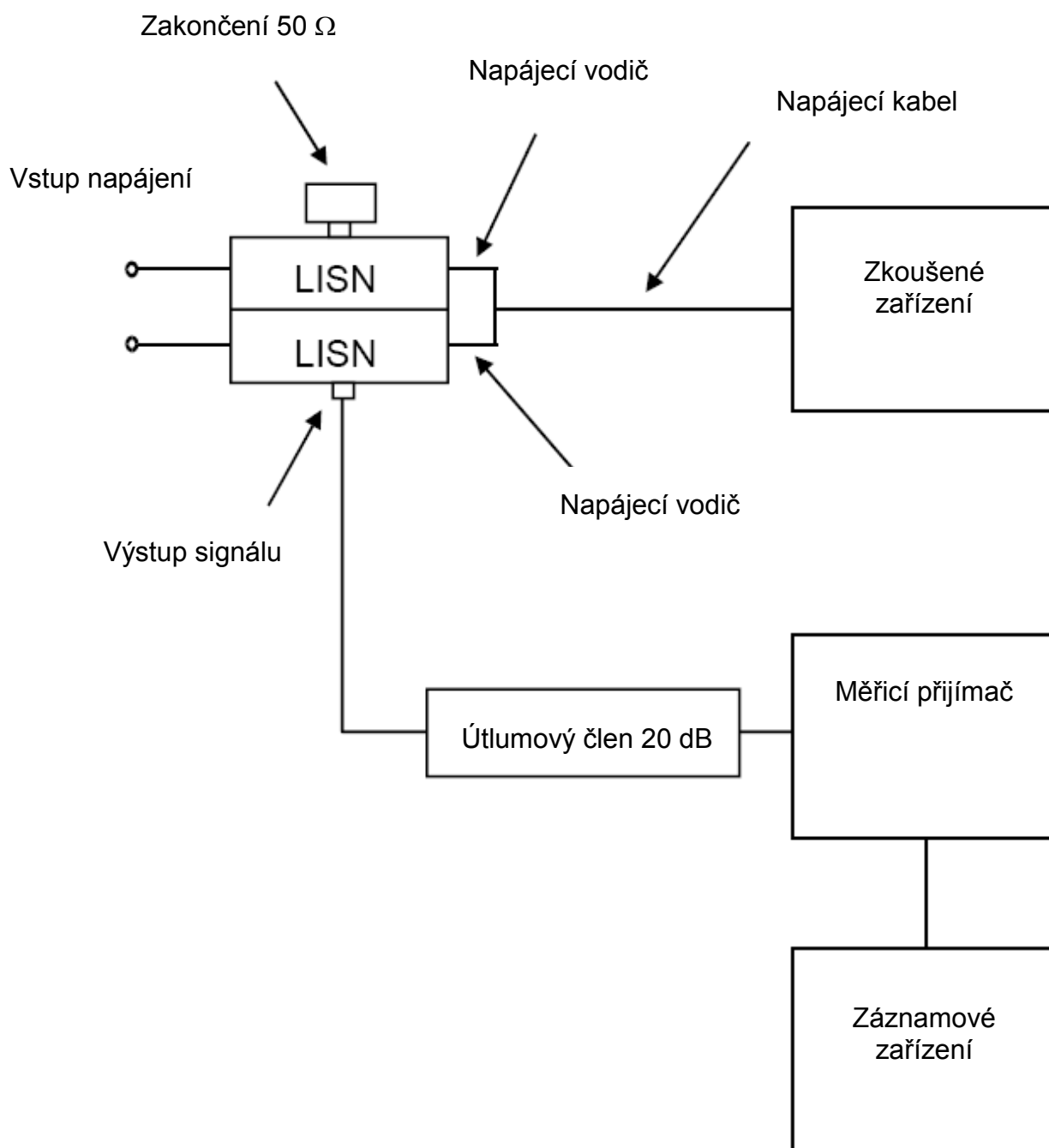
- a) Výstupní údaje amplitud v závislosti na kmitočtu se musí vykreslit automaticky do spojitého funkčního X-Y grafu. Ručně získané výsledky je možno použít pouze pro kontrolní účely.
- b) V každém grafu se musí vykreslit použité mezní hodnoty.
- c) Minimální rozlišení kmitočtů musí být 1 % nebo dvojnásobek rozlišovací šířky pásma, podle toho, která hodnota je méně přísná a minimální rozlišení amplitudy 1 dB.
- d) Graf se musí vytvořit pro kalibrační i měřicí část zkušební postupu.



OBRÁZEK NCE02-1 – Mezní hodnoty pro střídavé i stejnosměrné napájecí vodiče ve všech aplikacích



OBRÁZEK NCE02-2 – Uspořádání při kalibraci měřicího řetězce



OBRÁZEK NCE02-3 – Uspořádání při měření

8.6.13 NCE03 – Vedené emise, anténní konektor, 10 kHz až 40 GHz

8.6.13.1 Použitelnost NCE03

Požadavky jsou použitelné pro anténní konektory vysílačů, přijímačů a zesilovačů. Nejsou použitelné pro zařízení, kde jsou antény trvale zabudovány ve zkoušeném zařízení. V režimu vysílání se požadavky zkoušky nevztahují na pracovní kmitočtový rozsah zařízení a interval $\pm 5\%$ v okolí základního kmitočtu. Počáteční kmitočet

zkoušky závisí na rozsahu pracovních kmitočtů zkoušeného zařízení a určuje se podle tabulky NCE03-1.

TABULKA NCE03-1 – Rozsah pracovních kmitočtů

Rozsah pracovních kmitočtů	Počáteční kmitočet zkoušky
10 kHz až 3 MHz	10 kHz
3 MHz až 300 MHz	100 kHz
300 MHz až 3 GHz	1 MHz
3 GHz až 40 GHz	10 MHz

Konečný kmitočet rozsahu zkoušky je 40 GHz nebo 20násobek nejvyššího pracovního vysílaného nebo přijímaného kmitočtu zkoušeného zařízení podle toho, který je nižší. Pro zařízení, která používají vlnovod, se požadavky neuplatňují na kmitočty nižší než 8/10 mezního kmitočtu vlnovodu. Zkouška NRE03 se používá jako alternativní způsob měření místo NCE03 pro zkoušky zařízení s provozními anténami. Zkouška NRE02 se používá pro ověřování vyzařovaných emisí zařízení s pevně instalovanými anténami v režimu příjmu a v pohotovostním režimu. Podrobnější informace je možno najít v článku 8.6.9.3.

8.6.13.2 Mezní hodnoty NCE03

Vedené emise na anténním konektoru zkoušeného zařízení nesmí překročit následující hodnoty.

- a) Přijímače: 34 dB μ V.
- b) Vysílače a zesilovače (pohotovostní režim): 34 dB μ V.
- c) Vysílače a zesilovače (režim vysílání): Harmonické složky, s výjimkou druhé a třetí, včetně rušivých emisí musí být nejméně o 80 dB nižší než úroveň základního kmitočtu. Druhá a třetí harmonická složka musí být potlačena na úroveň -20 dBm nebo musí být o 80 dB nižší než úroveň základního kmitočtu, podle toho, která hodnota vyžaduje menší potlačení.

8.6.13.3 Zkušební postup NCE03

8.6.13.3.1 Účel

Zkušební postup je určen pro ověření, zda vedené emise, které se vyskytují na anténním konektoru zkoušeného zařízení, nepřesahují specifikované požadavky.

8.6.13.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) měřicí přijímač,
- b) útlumové členy 50 Ω ,
- c) pásmové zádrže,
- d) směrové vazební členy,

- e) zátěže 50 Ω ,
- f) signálové generátory: Pro zkoušky zesilovačů se požaduje budicí signálový generátor, který umožňuje modulaci používanou v aplikaci a jehož rušivé a harmonické složky jsou minimálně o 6 dB nižší než požadované mezní hodnoty.
- g) záznamové zařízení.

8.6.13.3.3 Provedení

Základní zkušební sestavu je nutno uspořádat tak, jak je uvedeno na obrázcích 501-3 až 501-6 a popsáno v článku 8.6.6.8. Zkouška se musí provádět následovně:

Kalibrace. Zkoušené zařízení uspořádat podle obrázků NCE03-1 až NCE03-3, v závislosti na použití. Volba zapojení závisí na schopnosti zkušebního zařízení měřit potřebný výkon.

Měření. Zkoušené zařízení uspořádat podle obrázků NCE03-1 až NCE03-3, v závislosti na použití. Volba zapojení závisí na schopnosti zkušebního zařízení měřit potřebný výkon.

8.6.13.3.4 Postup

8.6.13.3.4.1 Režim vysílání pro vysílače a zesilovače

Zkušební postup musí být následující:

- a) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Kalibrace.
 - 1) Ze signálového generátoru přivést do měřicího řetězce známý kalibrovaný signál s kmitočtem uprostřed pásma základního kmitočtu (f_0).
 - 2) Spustit skenování měřicího přijímače stejným způsobem, jako při normálním snímání údajů. Ověřit, že záznamové zařízení indikuje úroveň uvnitř intervalu ± 3 dB očekávaných úrovní signálu.
 - 3) Pokud jsou indikovány úrovně mimo výše uvedený interval, zjistit zdroj chyby a před měřením provést úpravu.
 - 4) Opakovat výše uvedené kroky 1) až 3) pro oba krajní kmitočty zkušebního kmitočtového rozsahu.
- c) Měření zkoušeného zařízení.
 - 1) Zapnout zkoušené zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
 - 2) U vysílačů naladit požadovaný zkušební kmitočet a použít modulaci, která je uvedena v technických parametrech zkoušeného zařízení. V případě zesilovačů připojit vstupní signál s odpovídajícím kmitočtem, úrovní výkonu a modulací, které jsou uvedeny v technických specifikacích zkoušeného zařízení. U vysílačů

a zesilovačů, které umožňují nastavení různých parametrů, je nutno zvolit takové zkušební signály, aby nastal nejhorší případ emitovaného spektra.

- 3) Pro další kroky přepnout měřicí řetězec do režimu měření.
- 4) Naladit zkušební zařízení na pracovní kmitočet (f_0) zkoušeného zařízení a nastavit maximální úroveň pro maximální indikaci.
- 5) Zaznamenat úroveň výkonu základního kmitočtu (f_0) a rozlišovací šířku pásma měřicího přijímače.
- 6) Pokud je to nutné, připojit pásmovou zádrž základního kmitočtu.
- 7) Spustit skenování měřicího přijímače ve zvoleném kmitočtovém rozsahu a zaznamenat úroveň všech harmonických složek. Započítat všechny korekční faktory pro útlum kabelů, útlumových členů a pásmových zádrží. Nastavit stejnou rozlišovací šířku pásma měřicího přijímače, jaká se použila při měření úrovně výkonu základního kmitočtu (f_0) ve výše uvedeném kroku 5).
- 8) Ověřit, zda jsou rušivé produkty skutečně generovány zkoušeným zařízením a ne měřicím řetězcem.
- 9) Výše uvedené kroky 2) až 8) opakovat pro každý kmitočet požadovaný v článcích 8.6.6.9.1 a 8.6.6.9.2.
- 10) Následujícím způsobem ověřit pro každý emitovaný kmitočet ztráty v měřicím řetězci:
 - (a) Nahradit zkoušené zařízení signálovým generátorem.
 - (b) Všechny vazební a útlumové prvky ponechat na místě.
 - (c) Určit útlum měřicího řetězce. Hodnota útlumových členů se musí pro usnadnění kontroly celého řetězce s nízkou úrovní signálového generátoru snížit.

8.6.13.3.4.2 Přijímače a pohotovostní režim vysílačů a zesilovačů

Zkušební postup musí být následující:

- a) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Kalibrace.
 - 1) Ze signálového generátoru přivést do měřicího řetězce známý kalibrační signál s kmitočtem uprostřed pásma základního kmitočtu (f_0), jehož úroveň je o 6 dB menší než použité mezní úroveň.
 - 2) Spustit skenování měřicího přijímače stejným způsobem, jako při normálním snímání údajů. Ověřit, že záznamové zařízení indikuje úroveň uvnitř intervalu ± 3 dB očekávané úrovně signálu.
 - 3) Pokud jsou indikované úrovně mimo výše uvedený interval, zjistit zdroj chyby a před provedením měření provést úpravu.

- 4) Opakovat výše uvedené kroky 1) až 3) pro oba krajní kmitočty zkušební kmitočtového rozsahu.
- c) Měření zkoušeného zařízení.
- 1) Zapnout zkoušené zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
 - 2) Naladit zkoušené zařízení na požadovaný zkušební kmitočet a přepnout měřicí řetězec do režimu měření.
 - 3) Spustit skenování měřicího přijímače ve zvoleném kmitočtovém rozsahu při použití údajů pro rozlišovací šířku pásma a doby měření z tabulky 501-4.
 - 4) Výše uvedené kroky 2) a 3) opakovat pro každý kmitočet požadovaný v článcích 8.6.6.9.1 a 8.6.6.9.2.

8.6.13.3.5 Prezentace výsledků

8.6.13.3.5.1 Vysílače a zesilovače v režimu vysílání

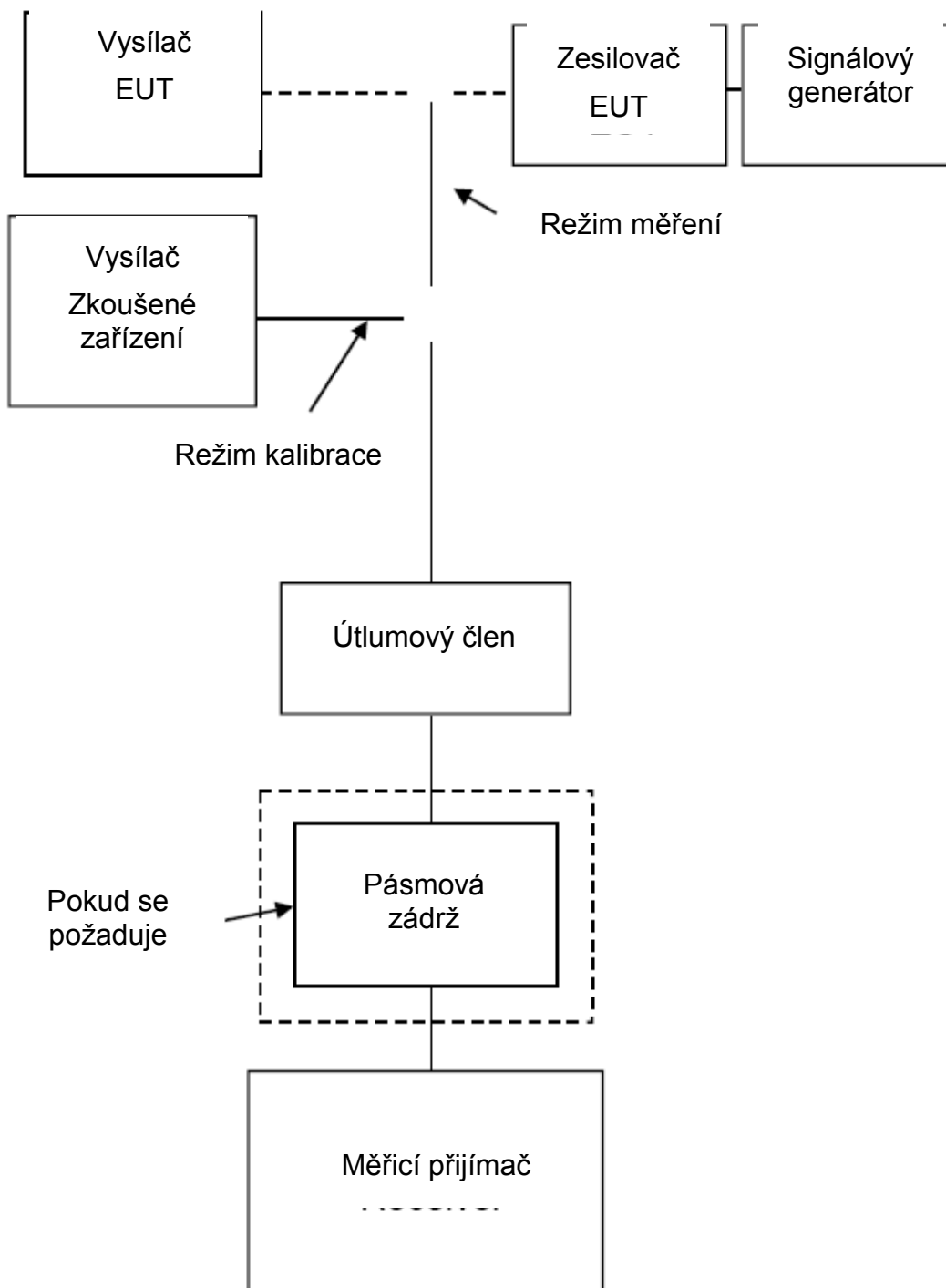
Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

- a) Výstupní údaje amplitud v závislosti na kmitočtu se pro každý naladěný kmitočet musí vykreslit automaticky do spojitého funkčního grafu. Ručně získané výsledky je možno použít pouze pro kontrolní účely.
- b) Zajistit minimální rozlišení kmitočtů 1 % nebo dvojnásobek rozlišovací šířky pásma, podle toho, která hodnota je méně přísná a minimální rozlišení amplitudy 1 dB.
- c) Vytvořit tabulku, která obsahuje základní kmitočet f_0 a kmitočty všech naměřených harmonických a rušivých kmitočtů a jejich úrovně výkonů, pokles úrovně v dB a všechny korekční faktory včetně útlumu kabelů, útlumových členů a potlačovacích obvodů.
- d) Relativní pokles úrovně v dB se získá odečtením úrovně získaných v kroku c) 7) článku 8.6.13.3.4.1 od úrovně získaných v kroku c) 5) článku 8.6.13.3.4.1.

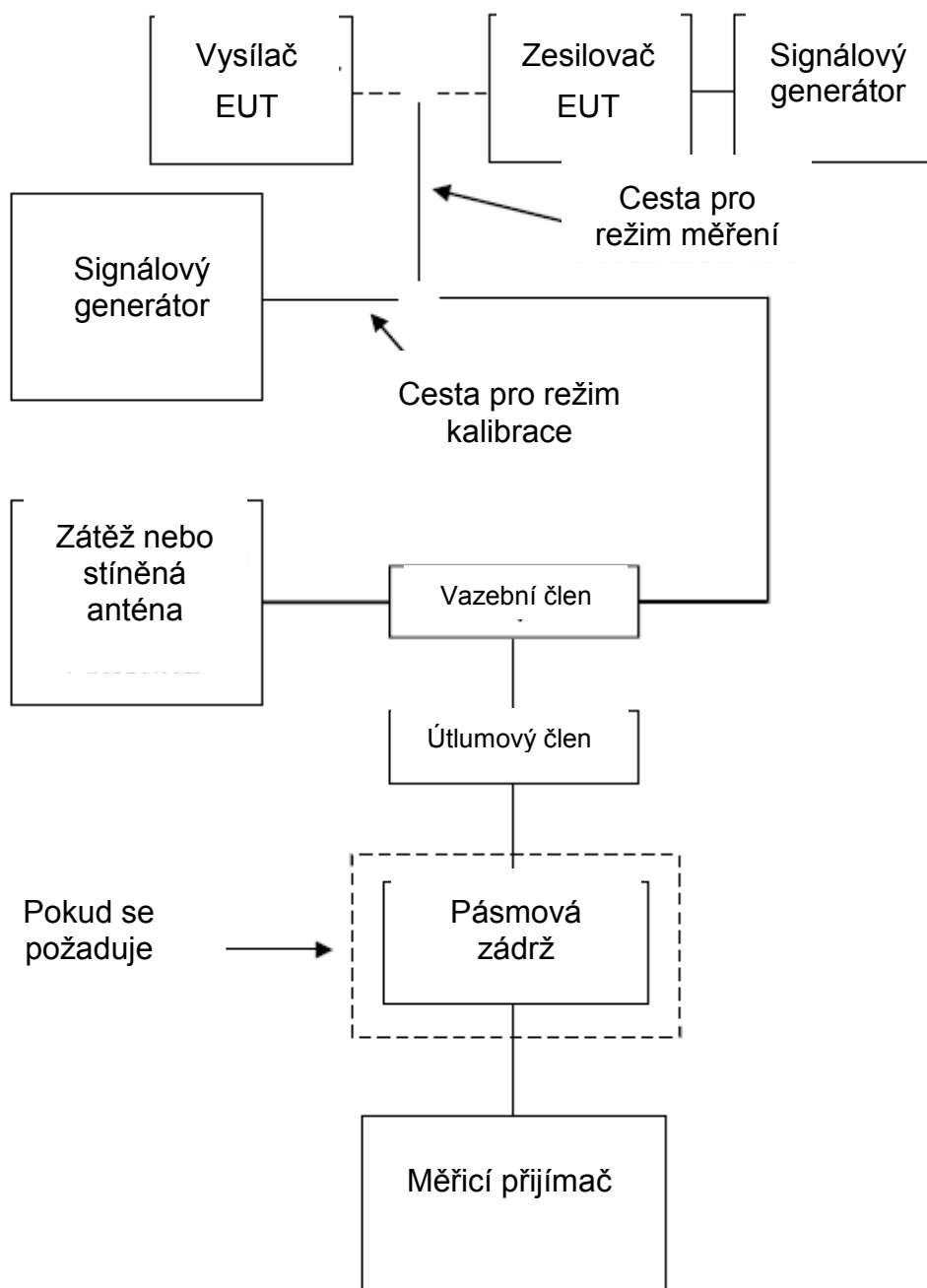
8.6.13.3.5.2 Přijímače a pohotovostní režim vysílačů a zesilovačů

Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

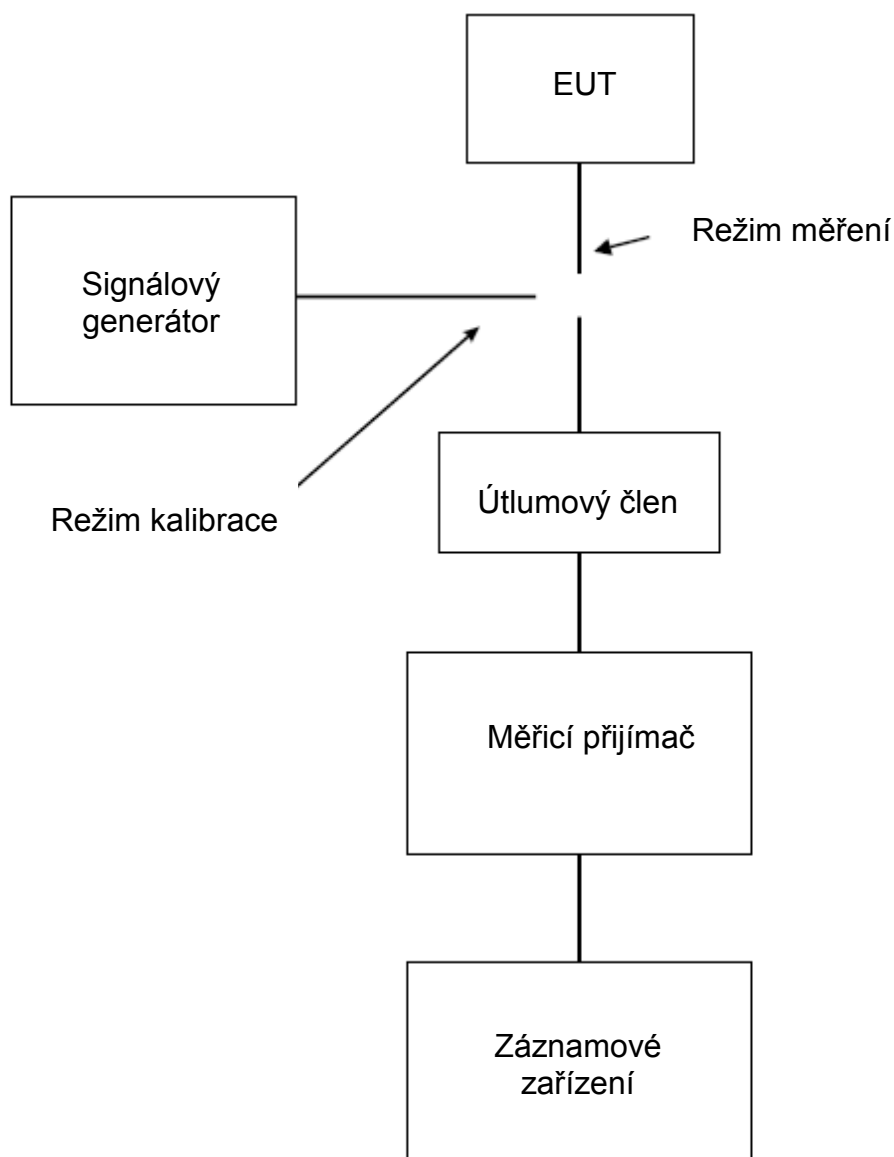
- a) Výstupní údaje amplitud v závislosti na kmitočtu se pro každý naladěný kmitočet musí vykreslit automaticky do spojitého funkčního grafu. Ručně získané výsledky je možno použít pouze pro kontrolní účely.
- b) V každém grafu je nutno zakreslit použité mezní hodnoty.
- c) Musí se zajistit minimální rozlišení kmitočtů 1 % nebo dvojnásobek rozlišovací šířky pásma, podle toho, která hodnota je méně přísná a minimální rozlišení amplitudy 1 dB.
- d) Graf se musí vytvořit pro kalibrační i měřicí zkušební postup.



OBRÁZEK NCE03-1 – Uspořádání při měření vysílačů a zesilovačů s malým výkonem



OBRÁZEK NCE03-2 – Uspořádání při měření vysílačů a zesilovačů s vysokým výkonem



OBRÁZEK NCE03-3 – Uspořádání při měření přijímačů a pohotovostního režimu vysílačů a zesilovačů

8.6.14 NCE04 – Vedené emise, přenášené přechodové produkty na napájecích vodičích

8.6.14.1 Použitelnost NCE04

Účelem zkoušky je ověření amplitudy a trvání přechodových jevů, které se vyskytují především na napájecích vodičích a jsou způsobovány normálním provozem zkoušeného zařízení a také jako výsledek zapnutí a vypnutí napájecího zdroje zkoušeného zařízení. Tyto produkty přechodových jevů se mohou šířit jednak vedením a jednak vyzařováním z napájecích vodičů do jiných, potenciálně susceptibilních zařízení v aktuální instalaci.

Zkouška se používá pro kabely střídavého i stejnosměrného napájení, které jsou připojeny k externím zdrojům, ke kterým jsou ve skutečné instalaci připojeny i jiná zařízení. Tam kde jsou napájecí kabely umístěny ve svazku se signálovými kabely z jiných systémů, slouží zkouška pro ověření křížových vazeb mezi nimi.

Bližší informace jsou uvedeny v článku 8.6.9.4.

8.6.14.2 Mezní hodnoty NCE04

Definice kontaktního a funkčního spínání zkoušeného zařízení je následující:

- a) Přechodové jevy způsobené sepnutím kontaktů se generují při zapnutí a vypnutí zkoušeného zařízení pomocí externích napájecích spínačů takového typu, jaké budou použity ve skutečné instalaci.
- b) Přechodové jevy způsobené funkčním sepnutím se generují při zapnutí a vypnutí zkoušeného zařízení vypínačem umístěným na zkoušeném zařízení. Dále se mohou přechodové jevy způsobené funkčním sepnutím generovat normálním provozem zkoušeného zařízení, tj. když zkoušené zařízení v plném funkčním rozsahu přechází z jednoho provozního režimu do jiného.

Zkušební mezní hodnoty pro pozemní, námořní a letecké aplikace jsou následující:

8.6.14.2.1 Zkušební meze pro pozemní aplikace (napájení 28 V)

- a) Kontaktní spínání

Maximální úroveň napětí superponovaného přenášeného přechodového rušení vztažené k ustálenému napětí před odpojením, naměřené ve vzdálenosti 50 mm od zkoušeného zařízení, nesmí překročit následující hodnoty:

± 250 V vrcholová hodnota.

± 150 V vrcholová hodnota pro periody delší než 10 μ s.

± 100 V vrcholová hodnota pro periody delší než 5 ms.

- b) Funkční spínání

Maximální úroveň napětí superponovaného přenášeného přechodového rušení vztažené k ustálenému napětí před odpojením, naměřené při použití LISN, nesmí při funkčním spínání překročit vrcholovou hodnotu ± 30 V.

8.6.14.2.2 Zkušební meze pro pozemní aplikace (střídavé napájení 240 V)

- a) Při měření zkoušeného zařízení (kontaktní spínání):

Maximální úroveň napětí superponovaného přenášeného přechodového rušení vztažené k průběhu napájecího napětí nesmí překročit následující vrcholové hodnoty:

$\pm 2\,000$ V pro třífázová střídavá zařízení 415 V,

$\pm 1\,100$ V pro jednofázová střídavá zařízení 240 V.

Perioda, po kterou mohou jednotlivá napětí přechodového rušení překročit meze o:

- $\pm 1\ 300\ \text{V}$ pro třífázová střídavá zařízení 415 V,
 - $\pm 730\ \text{V}$ pro jednofázová střídavá zařízení 240 V,
- nesmí překročit 10 μs .

Perioda, po kterou mohou jednotlivá napětí přechodového rušení překročit meze o:

- $\pm 1\ 000\ \text{V}$ pro třífázová střídavá zařízení 415 V,
- $\pm 550\ \text{V}$ pro jednofázová střídavá zařízení 240 V,

nesmí překročit 5 ms (měřeno od okamžiku překročení mezní hodnoty do okamžiku poklesu pod mezní hodnotu a setrvání úrovně pod mezní hodnotou).

b) Při měření za použití LISN (funkční spínání):

Maximální úroveň napětí superponovaného přenášeného přechodového rušení vztahené k průběhu napájecího napětí, nesmí překročit následující vrcholové hodnoty:

- $\pm 200\ \text{V}$ pro třífázová střídavá zařízení 415 V,
- $\pm 110\ \text{V}$ pro jednofázová střídavá zařízení 240 V.

8.6.14.2.3 Zkušební meze (námořní aplikace)

a) Při měření zkoušeného zařízení (kontaktní spínání):

Maximální úroveň napětí superponovaného přenášeného přechodového rušení vztahené k průběhu napájecího napětí nesmí překročit následující vrcholové hodnoty:

- $\pm 2\ 000\ \text{V}$ pro stejnosměrná zařízení 720 V,
- $\pm 960\ \text{V}$ pro stejnosměrná zařízení 355 V,
- $\pm 480\ \text{V}$ pro stejnosměrná zařízení 28 V.

Perioda, po kterou mohou jednotlivá napětí přechodového rušení překročit meze o:

- $\pm 1\ 300\ \text{V}$ pro stejnosměrná zařízení 720 V,
- $\pm 640\ \text{V}$ pro stejnosměrná zařízení 355 V,
- $\pm 320\ \text{V}$ pro stejnosměrná zařízení 28 V,

nesmí překročit 10 μs .

Perioda, po kterou mohou jednotlivá napětí přechodového rušení překročit meze o:

- $\pm 1\ 000\ \text{V}$ pro stejnosměrná zařízení 720 V,
- $\pm 500\ \text{V}$ pro stejnosměrná zařízení 355 V,

± 250 V pro stejnosměrná zařízení 28 V,

nesmí překročit 5 ms (měřeno od okamžiku překročení mezní hodnoty do okamžiku poklesu pod mezní hodnotu a setrvání úrovně pod mezní hodnotou).

b) Při měření za použití LISN (funkční spínání):

Maximální úrovně napětí superponovaného přenášeného přechodového rušení vztažené k průběhu napájecího napětí nesmí překročit následující vrcholové hodnoty:

± 200 V pro stejnosměrná zařízení 720 V,

± 96 V pro stejnosměrná zařízení 355 V,

± 48 V pro stejnosměrná zařízení 28 V.

8.6.14.2.4 Zkušební meze (letecké aplikace)

a) Při měření zkoušeného zařízení (kontaktní spínání):

Maximální úrovně napětí superponovaného přenášeného přechodového rušení vztažené k průběhu napájecího napětí nesmí překročit následující vrcholové hodnoty:

$\pm 2\,000$ V pro třífázová střídavá zařízení 440 V,

± 600 V pro jednofázová střídavá zařízení 115 V.

Perioda, po kterou mohou jednotlivá napětí přechodového rušení překročit meze o:

$\pm 1\,300$ V pro třífázová střídavá zařízení 440 V,

± 400 V pro jednofázová střídavá zařízení 115 V,

nesmí překročit 10 μ s.

Perioda, po kterou mohou jednotlivá napětí přechodového rušení překročit meze o:

$\pm 1\,000$ V pro třífázová střídavá zařízení 440 V,

± 300 V pro jednofázová střídavá zařízení 115 V,

nesmí překročit 5 ms (měřeno od okamžiku překročení mezní hodnoty do okamžiku poklesu pod mezní hodnotu a setrvání úrovně pod mezní hodnotou).

b) Při měření za použití LISN (funkční spínání):

Maximální úrovně napětí superponovaného přenášeného přechodového rušení vztažené k průběhu napájecího napětí nesmí překročit následující vrcholové hodnoty:

± 200 V pro třífázová střídavá zařízení 440 V,

± 60 V pro jednofázová střídavá zařízení 115 V.

8.6.14.2.5 Zkušební meze pro letecké aplikace (stejnoseměrné systémy 28 V)

a) Pro měření zkoušeného zařízení

Maximální úroveň napětí superponovaného přenášeného přechodového rušení vztahované k průběhu napájecího napětí nesmí překročit následující vrcholové hodnoty:

± 100 V.

Perioda, po kterou mohou jednotlivá napětí přechodového rušení překročit meze o:

± 90 V

nesmí překročit 10 μ s.

Perioda, po kterou může napětí přechodového rušení překročit meze o:

± 80 V pro zařízení napájené stejnosměrným napětím 28 V

nesmí překročit 5 ms (měřeno od okamžiku překročení mezní hodnoty do okamžiku poklesu pod mezní hodnotu a setrvání úrovně pod mezní hodnotou).

b) Při měření za použití LISN:

Maximální úroveň napětí superponovaného přenášeného přechodového rušení vztahované k průběhu napájecího napětí nesmí překročit následující vrcholové hodnoty:

± 30 V pro stejnosměrná zařízení 28 V.

8.6.14.2.6 Zkušební meze pro letecké aplikace (střídavé systémy 400 Hz)

a) Při měření zkoušeného zařízení:

Maximální úroveň napětí superponovaného přenášeného přechodového rušení vztahované k průběhu napájecího napětí nesmí překročit následující vrcholové hodnoty:

± 300 V vrcholová hodnota pro napětí 200 V měřené mezi fázovými vodiči,

± 300 V vrcholová hodnota pro napětí 115 V měřené mezi fázovým a nulovým vodičem.

Perioda, po kterou mohou jednotlivá napětí přechodového rušení překročit meze o:

± 200 V vrcholová hodnota pro napětí 200 V měřené mezi fázovými vodiči,

± 200 V vrcholová hodnota pro napětí 115 V měřené mezi fázovým a nulovým vodičem

nesmí překročit 10 μ s.

Perioda, po kterou mohou jednotlivá napětí přechodového rušení překročit meze o:

± 160 V vrcholová hodnota pro napětí 200 V měřené mezi fázovými vodiči,

± 95 V vrcholová hodnota pro napětí 115 V měřené mezi fázovým a nulovým vodičem

nesmí překročit 5 ms (měřeno od okamžiku překročení mezní hodnoty do okamžiku poklesu pod mezní hodnotu a setrvání úrovně pod mezní hodnotou).

b) Při měření za použití LISN:

Maximální úrovně napětí superponovaného přenášeného přechodového rušení vztahené k průběhu napájecího napětí nesmí překročit následující vrcholové hodnoty:

± 160 V vrcholová hodnota pro napětí 200 V měřené mezi fázovými vodiči,

± 90 V vrcholová hodnota pro napětí 115 V měřené mezi fázovým a nulovým vodičem.

POZNÁMKA Tyto pozdější meze pro měření za použití LISN se musí přizpůsobit individuálním požadavkům projektu a charakteristikám primárního napájení letadla.

8.6.14.3 Zkušební postup NCE04

8.6.14.3.1 Účel

Účelem zkoušky je ověření amplitudy a doby trvání přechodových jevů, které se vyskytují především na napájecích vodičích a jsou způsobovány normálním provozem zkoušeného zařízení a také jako výsledek zapnutí a vypnutí napájecího zdroje zkoušeného zařízení. Tyto produkty přechodových jevů se mohou šířit jednak vedením a jednak vyzařováním z napájecích vodičů do jiných, potenciálně susceptibilních zařízení v aktuální instalaci.

8.6.14.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) dostatečně rychlý diferenciální paměťový osciloskop,
- b) spínač,
- c) kondenzátor 30 000 μ F,
- d) napájecí dvojitý filtr typu „T“ (pouze střídavé zdroje),
- e) LISN 50 μ F.

8.6.14.3.3 Provedení

8.6.14.3.3.1 Provedení zkoušky musí být následující

- a) Typické uspořádání zkoušky je uvedeno na obrázcích 501-2 až 501-6 a v článku 8.6.6.8.
- b) U všech zkoušených zařízení se musí k napájecím vodičům připojit přepínač nebo spínač používaný pro ovládání napájení zkoušeného zařízení. Pokud spínač není součástí zkoušeného zařízení a jeho typ ve skutečné instalaci není znám nebo dostupný, pak se musí použít jiný

vhodný typ s požadovanými proudovými charakteristikami. Spínač se musí vložit mezi LISN a zkoušené zařízení.

- c) Sonda osciloskopu se musí připojit k napájecím vodičům ve vzdálenosti 50 mm od konektoru zkoušeného zařízení, když se zaznamenává přechodové rušení kontaktního spínání a ve vzdálenosti 50 mm od LISN, když se snímá přechodové rušení způsobované funkčním spínáním. Typické uspořádání pro střídavé a stejnosměrné napájení při zkoušce je na obrázku NCE04-1 resp. NCE04-2.
- d) V případě střídavého napájení se používá dvojitý filtr typu „T“, pro potlačení kmitočtu napájecího napětí (viz článek 8.6.9.4). Při použití filtru se všechny úrovně přechodového rušení vztahují ke střídavému průběhu, pokud se měření provádí mezi vrcholovou hodnotou přechodového rušení a referenční úrovní osciloskopu.
- e) Alternativně se může použít rychlý paměťový osciloskop. I v případě, že napájecí kmitočet není filtrován, se může měření přechodového rušení provádět vzhledem ke střídavému průběhu. Toto je možné redukcí časové základny a účinným zvětšením přechodového rušení pomocí údajů uložených v paměti osciloskopu.
- f) Je třeba si povšimnout, že pro systémy s jinými napájecími kmitočty a napětími než jsou uvedeny v tomto článku, se mohou použít jiné mezní hodnoty.
- g) V případě, že se pro záznam přechodového rušení použije kombinace sonda/filtr, musí se při měření započíst korekční faktory útlumu obou použitých zařízení.

8.6.14.3.3.2 Ověření spínače

Před provedením zkoušky se musí provést ověření použitého spínače. Pro zjištění, že úrovně přechodového rušení jsou skutečně způsobeny spínačem a nejsou maskovány rušením zkoušeného zařízení, se musí zajistit, aby spínač vyhovoval následujícím podmínkám:

- a) Zkušební uspořádání musí být provedeno podle obrázků NCE04-1 a NCE04-2 s výjimkou, že zkoušené zařízení je nahrazeno odporovou zátěží se stejnou spotřebou a kondenzátorem 10 μF umístěným mezi každým napájecím vodičem a zemní plochou. Sondy osciloskopu se připevní přímo na kontakty spínače. Hodnota zátěže musí být zvolena tak, aby se ze zdroje odebíral stejný proud jako při provozu zkoušeného zařízení.
- b) Musí se provést monitorování nejméně 10 sepnutí a rozepnutí spínače. 5 při spouštění kladným napětím (+ve) a 5 při spouštění záporným napětím (-ve). Nejhorší případ generování přechodového rušení se musí použít pro určení, zda je spínač možno použít.
- c) Maximální úrovně generovaného přechodového rušení způsobené odskokem spínače nesmí překročit 50 % použitých zkušebních mezí.

8.6.14.3.4 Postup

Zkoušky zařízení pro pozemní, námořní a letecké systémy jsou následující:

8.6.14.3.4.1 Zkoušky zařízení pro pozemní aplikace (DC a AC)

- a) Pro stejnosměrné napájení (DC) se napětí přechodového jevu musí měřit mezi vodičem a zemní plochou a také mezi zpětným vodičem (0 V) a zemní plochou.
- b) Při střídavém napájení se přechodové rušivé napětí měří:
 - 1) Pro jednofázové napájení mezi fází a zemní plochou, mezi nulovým vodičem a zemní plochou a také mezi fází a nulovým vodičem.
 - 2) Pro třífázové napájení mezi fázemi L1 a L2, L1 a L3, L2 a L3 a také mezi jednotlivými fázemi a zemní plochou. Pokud je přítomen vodič N musí se provést také měření mezi vodičem N a jednotlivými fázemi a mezi vodičem N a zemní plochou.

8.6.14.3.4.2 Zkoušky zařízení pro námořní aplikace (DC a AC)

- a) Při stejnosměrném napájení (DC) se napětí přechodového jevu musí měřit mezi kladným vodičem a zemní plochou a také mezi zpětným vodičem (0 V) a zemní plochou.
- b) Při střídavém napájení (AC) se napětí přechodového jevu měří:
 - 1) Pro jednofázové napájení mezi fází a zemní plochou, mezi nulovým vodičem a zemní plochou a také mezi fází a nulovým vodičem.
 - 2) Pro třífázové napájení mezi fázemi L1 a L2, L1 a L3, L2 a L3 a také mezi jednotlivými fázemi a zemní plochou.

POZNÁMKA Pokud je zařízení určeno pro střídavé napájení 50 až 60 Hz, může se napájecí kmitočet z normálně používaného kmitočtu snížit na 50 Hz.

8.6.14.3.4.3 Zkoušky zařízení pro letecké aplikace (DC a AC)

- a) Při stejnosměrném napájení (DC) se napětí přechodového jevu musí měřit mezi kladným vodičem a zemní plochou a také mezi zpětným vodičem (0 V) a zemní plochou.
- b) Při střídavém napájení (AC) se napětí přechodového jevu měří:
 - 1) Pro jednofázové napájení mezi fází a zemní plochou, mezi nulovým vodičem a zemní plochou a také mezi fází a nulovým vodičem.
 - 2) Pro třífázové napájení mezi fázemi, mezi jednotlivými fázemi a zemní plochou mezi fázemi a nulovým vodičem a mezi nulovým vodičem a zemní plochou.

8.6.14.3.4.4 Podrobnosti zkušební metody

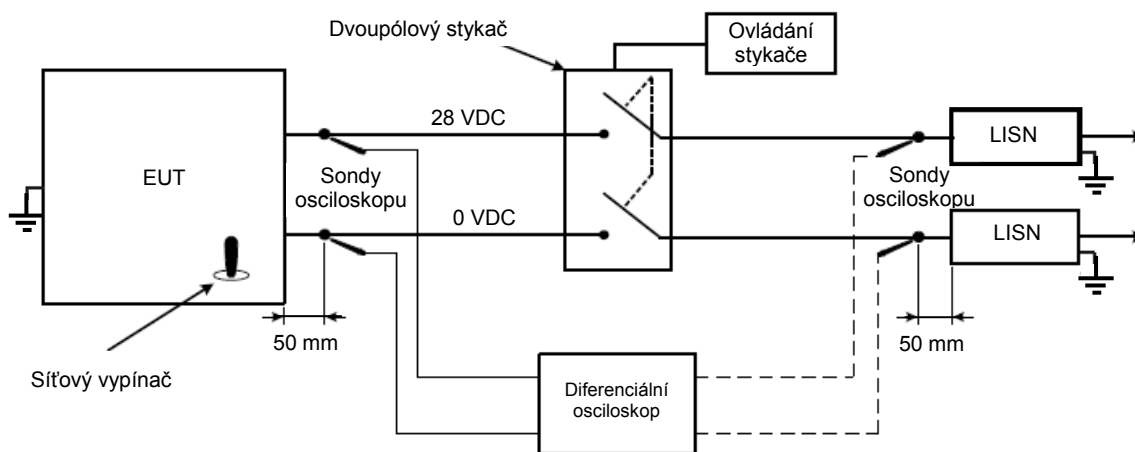
- a) Zkoušené zařízení se musí při kontaktním a funkčním spínání monitorovat tak, jak je podrobně popsáno ve zkušebním plánu EMC.

- b) Zkoušené zařízení se musí vypínat a zapínat síťovým vypínačem (pokud ho zařízení obsahuje) a externím spínačem. Pro každý typ spínání se musí provést nejméně 20 sepnutí. 10 sepnutí pro spouštění kladným napětím (+ve) a 10 pro spouštění záporným napětím (-ve).
- c) Funkční spínání způsobené zkoušeným zařízením se musí provádět tak dlouho, dokud není obsluha zkušebního zařízení přesvědčena, že byly zaznamenány nejvyšší úrovně napětí přechodového jevu. Zkouška musí pokrýt normální pracovní postup zkoušeného zařízení a musí být zabezpečen provoz ve všech funkčních režimech.

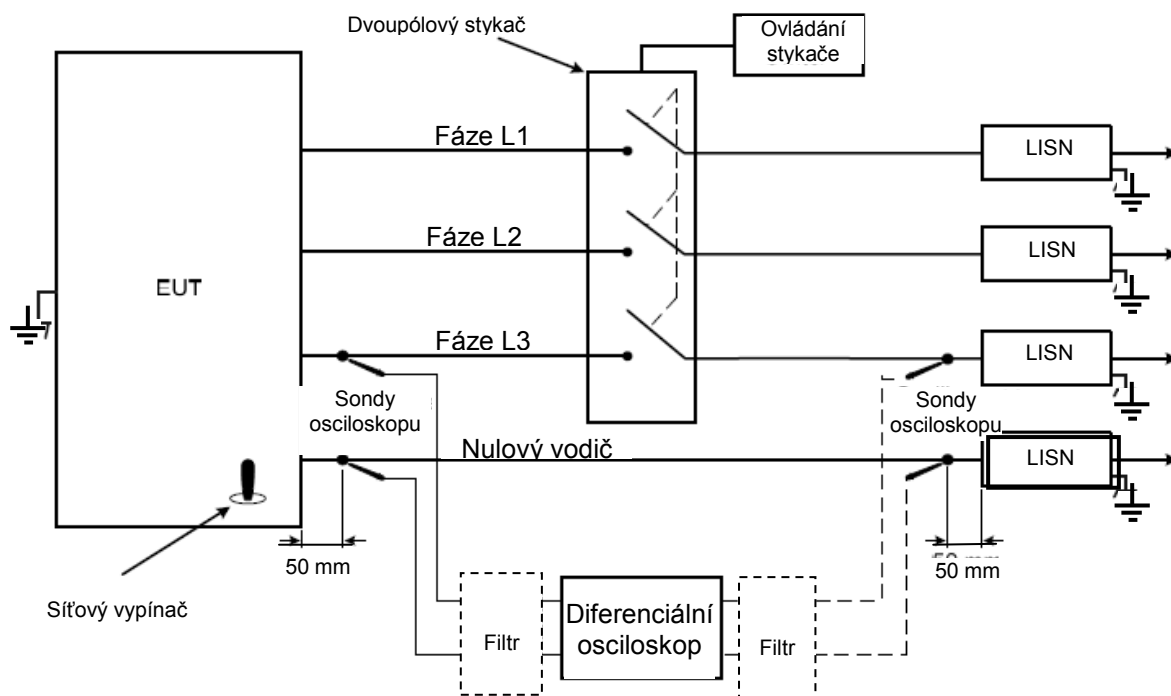
8.6.14.3.5 Prezentace výsledků

Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

- a) Automaticky vytvořený průběh amplitudy v závislosti na čase pro každé napětí přechodového jevu na každém sledovaném vodiči. Ručně získané údaje je možno použít pouze pro kontrolní účely.
- b) V protokolu o zkoušce se musí uvést příklady napětí přechodového jevu s nejvyššími úrovněmi. Tyto grafy se musí vykreslit v odpovídajícím měřítku osy úrovně amplitudy i časové osy, aby bylo možno provést jednoznačné srovnání s požadavky normy.
- c) V každém zkušebním protokolu se musí výsledky uspořádat také do tabulky, ve které se provede porovnání naměřených úrovní a dob trvání všech sledovaných přechodových jevů s použitými mezními hodnotami.
- d) Ve zkušebním protokolu se také musí uvést umístění sond, zkušební podmínky, čas a datum zkoušky, včetně odpovědné osoby, která zkoušku prováděla



OBRÁZEK NCE04-1 – Typické uspořádání při zkoušce stejnosměrného napájení



OBRÁZEK NCE04-2 – Typické uspořádání při zkoušce střídavého napájení

8.6.15 NCE05 – Vedené emise, napájecí, signálové a řídicí vodiče, 30 Hz až 150 MHz

8.6.15.1 Použitelnost NCE05

Požadavky jsou použitelné pro napájecí vodiče včetně zpětných, které se připojují ke zdrojům, které nejsou součástí zkoušeného zařízení a pro všechny signálové a řídicí vodiče (zvláštní pozornost je třeba věnovat kabelům, které jsou připojeny k jiným systémům, které nejsou součástí zkoušeného zařízení) pro námořní, letecké a pozemní aplikace.

Zkoušku není možno použít pro koaxiální napáječe antén. Není také použitelná pro kabely mezi jednotkami zkoušeného zařízení, které jsou kratší než 0,5 m.

Pro střídavé napájení platí požadavky zkoušky pro kmitočty počínající druhou harmonickou složkou napájecího kmitočtu zkoušeného zařízení.

Před provedením zkoušky prostudujte informace o použitelnosti v článku 8.6.9.5 a v tabulce 501-2.

Pokud to vyžaduje akviziční orgán, mohou ze zkoušky provádět i při vyšších kmitočtech než požaduje zkouška NCE05.

8.6.15.2 Mezní hodnoty NCE05

Vedené emise na napájecích, řídicích a signálových kabelech nesmí pro námořní aplikace překročit mezní hodnoty uvedené na obrázku NCE05-1, pro letecké aplikace úrovně uvedené na obrázku NCE05-2 a pro pozemní aplikace úrovně uvedené na obrázku NCE05-3.

8.6.15.3 Zkušební postup NCE05

8.6.15.3.1 Účel

Zkušební postup se používá pro ověření, zda vedené elektromagnetické emise produkované zkoušeným zařízením nepřekračují specifikované meze pro napájecí (včetně zpětných), signálové a řídicí vodiče.

Pokud se kabelový svazek rozděluje do několika větví, musí se každá větev zkoušet samostatně ve vzdálenosti 50 mm od zakončovacího konektoru. Zkouška se pro všechny konektory požaduje pro kmitočty vyšší než 30 MHz.

8.6.15.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) měřicí přijímače,
- b) proudové sondy,
- c) signálový generátor,
- d) záznamové zařízení,
- e) osciloskop,
- f) rezistor (R),
- g) LISN 5 μ H.

8.6.15.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Typické uspořádání zkoušeného zařízení je uvedeno na obrázcích 501-3 až 501-6 a popsáno v článku 8.6.6.8. LISN 50 μ H se musí nahradit sítí LISN 5 μ H, jejíž charakteristiky odpovídají křivce uvedené na obrázku 501-10.
- b) Kalibrace. Pro kontrolu měřicího řetězce se zkoušené zařízení musí uspořádat podle obrázku NCE05-4.
- c) Měření zkoušeného zařízení.
 - 1) Pro měření napájecích resp. řídicích a signálových vodičů uspořádat zkoušené zařízení podle obrázku NCE05-5 nebo NCE05-6.
 - 2) V případě napájecích vodičů umístit proudovou sondu 50 mm od LISN.
 - 3) Sonda se musí umístit 50 mm od LISN také v případě řídicích a signálových vodičů. Pokud to neumožňují rozměry konektoru, musí se sonda umístit co nejbliž a její poloha se musí zaznamenat ve zkušebním protokolu.
 - 4) Pro kmitočty vyšší než 30 MHz se musí zkoušky na řídicích, signálových a sekundárních napájecích vodičích provést na obou koncích.

8.6.15.3.4 Postup

Zkušební postup musí být následující:

- a) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Kalibrace. Ověřit celý měřicí řetězec od proudové sondy až po záznamové zařízení.
 - 1) Přivést k proudové sondě kalibrační signál s kmitočtem 1 kHz, 3 kHz, 10 kHz, 100 kHz, 1 MHz, 10 MHz a 150 MHz a s úrovní, která je nejméně o 6 dB nižší než požadovaná mezní hodnota.
 - 2) Pomocí osciloskopu a zatěžovacího rezistoru zkontrolovat úroveň proudu; zkontrolovat také, zda je průběh sinusový.
 - 3) Spustit skenování měřicího přijímače pro každý kmitočet stejným způsobem, jako při normálním snímání údajů. Ověřit, že záznamové zařízení indikuje úroveň uvnitř intervalu ± 3 dB injektované kalibrační úrovně.
 - 4) Pokud jsou indikované úrovně mimo výše uvedený interval, zjistit zdroj chyb a před provedením měření provést úpravu.
- c) Měření zkoušeného zařízení. Určit vedené emise způsobované zkoušeným zařízením na vstupních napájecích vodičích včetně zpětných a taktéž na řídicích, signálových a sekundárních napájecích vodičích.

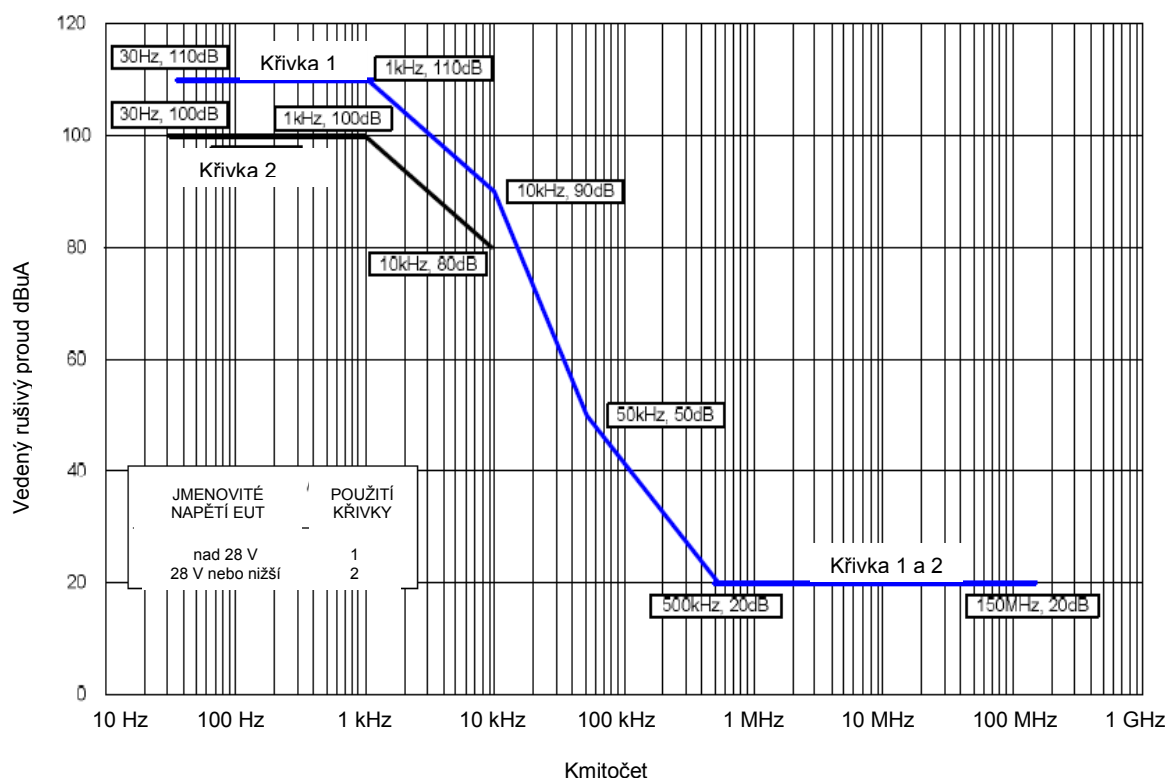
- 1) Zapnout zkoušené zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- 2) Zvolit měřený vodič a proudovou sondu umístit na odpovídající místo.
- 3) Spustit skenování měřicího přijímače ve zvoleném kmitočtovém rozsahu. Rozlišovací šířka pásma a doba měření musí odpovídat údajům v tabulce 501-2.
- 4) Výše uvedený krok 3) opakovat pro každý napájecí, řídicí a signálový vodič.

POZNÁMKA U některých zkoušených zařízení s vysokým napájecím proudem může dojít k překročení mezních hodnot vlivem amplitudy harmonických kmitočtů napájecího střídavého napětí. V takovém případě musí akviziční orgán rozhodnout, zda je možno toto překročení akceptovat. Nesplnění požadavků způsobené harmonickými složkami napájecího kmitočtu je omezeno do kmitočtu, který je desetinásobkem kmitočtu základní složky.

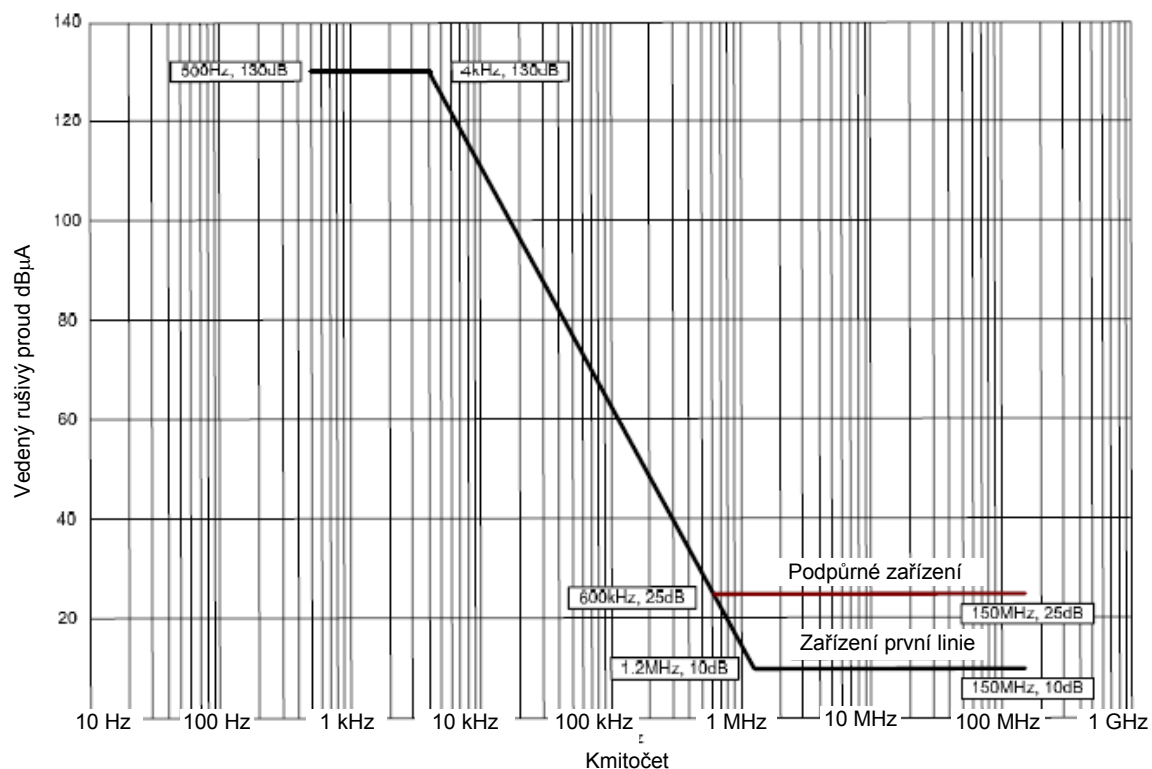
8.6.15.3.5 Prezentace výsledků

Výsledky je nutno prezentovat následujícím způsobem:

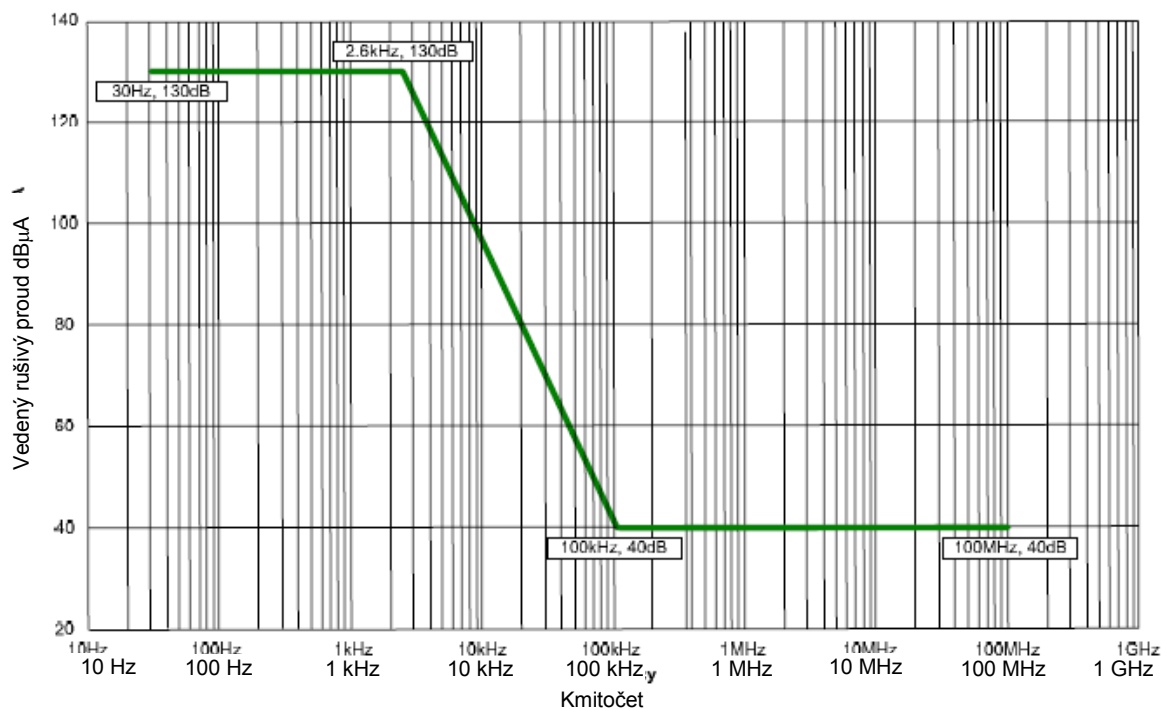
- a) Výstupní údaje amplitud v závislosti na kmitočtu se musí vykreslit automaticky do spojitého funkčního X–Y grafu. Ručně získané výsledky je možno použít pouze pro kontrolní účely.
- b) V každém grafu se musí vykreslit použité mezní hodnoty.
- c) Musí se zajistit minimální rozlišení kmitočtů 1 % nebo dvojnásobek rozlišovací šířky pásma, podle toho, která hodnota je méně přísná a minimální rozlišení úrovně amplitudy 1 dB.
- d) Graf se musí vytvořit pro kalibrační i měřicí část zkušební postupu.



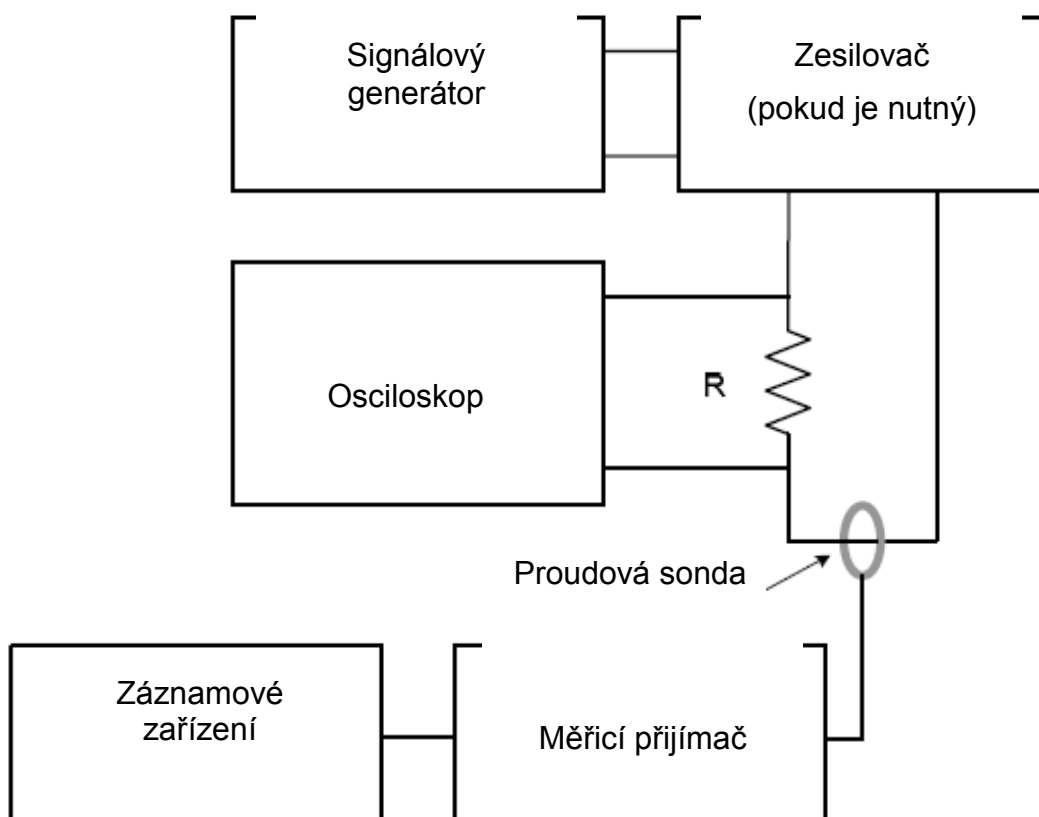
OBRÁZEK NCE05-1 – Meze pro letecké aplikace



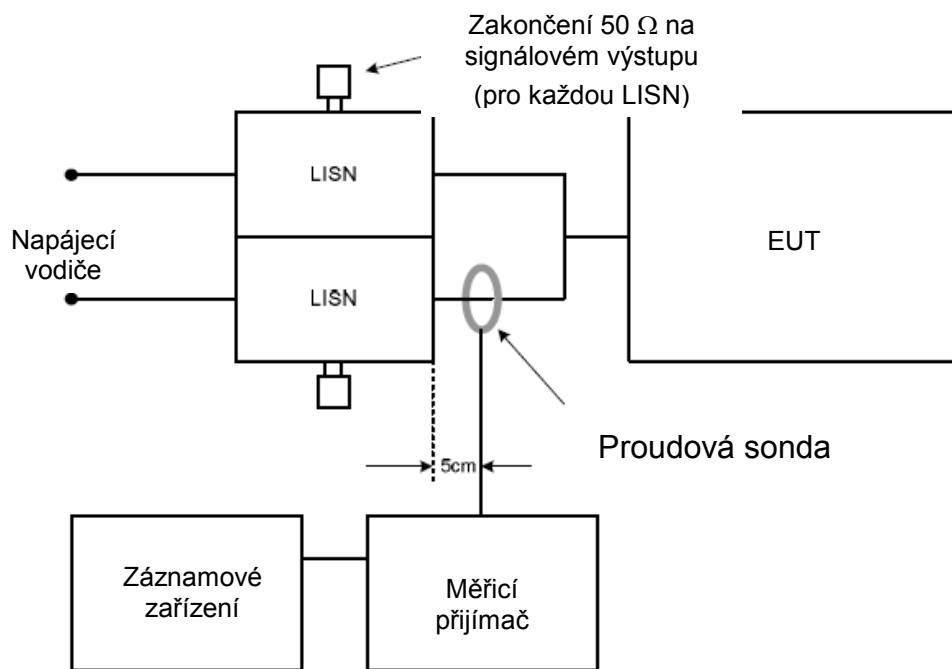
OBRÁZEK NCE05-2 – Meze NCE05 pro pozemní aplikace



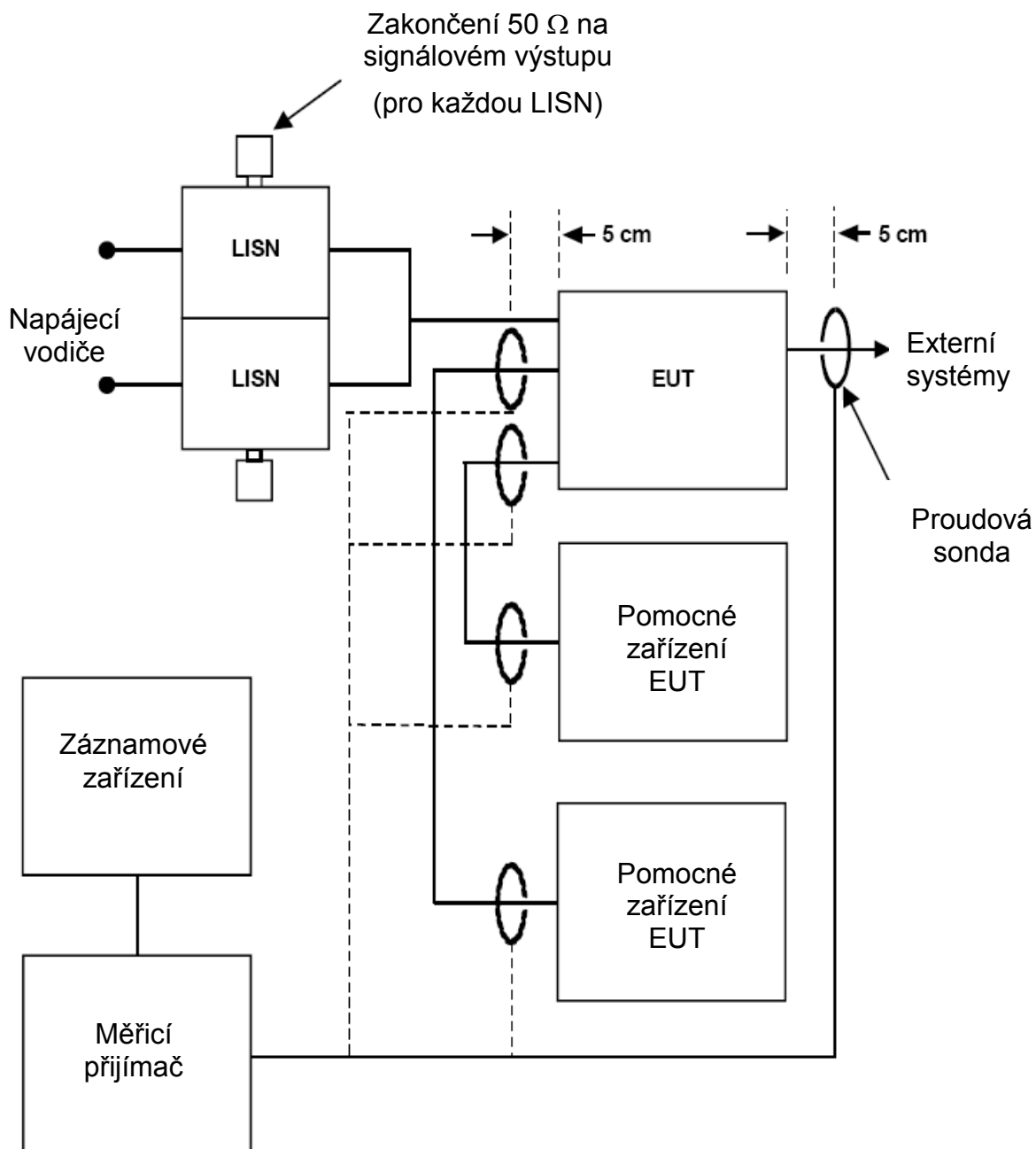
OBRÁZEK NCE05-3 – Meze NCE05 pro námořní aplikace



OBRÁZEK NCE05-4 – Uspořádání při kalibraci měřicího řetězce



OBRÁZEK NCE05-5 – Uspořádání při měření napájecích vodičů



OBRÁZEK NCE05-6 – Uspořádání při měření signálových a řídicích vodičů

POZNÁMKA Další umístění proudové sondy je znázorněno přerušovanou čarou.

8.6.16 NCS01 – Susceptibilita na vedené emise, napájecí vodiče, 30 Hz až 150 kHz

8.6.16.1 Použitelnost NCS01

Požadavek je použitelný pro vstupní napájecí vodiče zařízení a podsystémů napájených střídavým (AC) napětím jehož proud ≤ 100 A nebo stejnosměrným (DC) napětím, včetně zpětných. Pokud je zkoušené zařízení napájeno stejnosměrným

napětím (DC), používá se pouze zkušební kmitočtový rozsah 30 Hz až 150 kHz. Pro střídavé napájení (AC) platí požadavky zkoušky pro kmitočty počínající druhou harmonickou složkou napájecího kmitočtu zkoušeného zařízení a mohou překročit i 150 kHz. Před provedením zkoušky prostudujte informace v článku 8.6.9.6.

POZNÁMKA Pokud se na zkoušeném zařízení provádí současně i zkouška NCS07 je možno snížit horní kmitočty zkoušky na 50 kHz.

8.6.16.2 Mezní hodnoty NCS01

Zkoušené zařízení nesmí po použití zkušebních signálů s napěťovými úrovněmi specifikovanými na obrázku NCS01-1 vykazovat žádné chyby, poruchy funkce nebo odchylky od specifikovaných parametrů mimo toleranční interval uvedený v technických specifikacích jednotlivých zařízení nebo podsystémů. Požadavky jsou splněny také v případě, že je napájecí zdroj nastaven na spotřebu výkonu uvedenou na obrázku NCS01-2 při zátěži $0,5 \Omega$ a zkoušené zařízení nevykazuje žádnou susceptibilitu.

8.6.16.3 Zkušební postup NCS01

8.6.16.3.1 Účel

Zkušební postup se používá pro ověření schopnosti zkoušeného zařízení odolávat signálům, které se mohou vyskytnout na napájecích vodičích.

8.6.16.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) signálový generátor,
- b) výkonový zesilovač,
- c) osciloskop,
- d) vazební transformátor,
- e) kondenzátor $10 \mu\text{F}$,
- f) oddělovací transformátor,
- g) rezistor $0,5 \Omega$,
- h) LISN.

8.6.16.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Typické uspořádání zkoušeného zařízení je uvedeno na obrázcích 501-3 až 501-6 a popsáno v článku 8.6.6.8.
- b) Kalibrace. Pro kontrolu měřicího řetězce uspořádejte zkoušené zařízení podle obrázku NCS01-3. Pro monitorování napětí na rezistoru $0,5 \Omega$ použít osciloskop.
- c) Měření zkoušeného zařízení.

- 1) Pro stejnosměrné (DC) nebo jednofázové střídavé (AC) napájení uspořádat zkoušené zařízení podle obrázku NCS01-4.
- 2) V případě třífázového střídavého napájení bez středního vodiče použít zapojení na obrázku NCS01-5.
- 3) Pro třífázové střídavé napájení se zapojením do hvězdy (čtyři vodiče) použít zapojení na obrázku NCS01-6.

8.6.16.3.4 Postup

Zkušební postup musí být následující:

- a) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Kalibrace.
 - 1) Nastavit signálový generátor na nejnižší zkušební kmitočet.
 - 2) Zvyšovat úroveň zkušebního signálu dokud osciloskop nezobrazuje napětovou úroveň, která odpovídá maximální požadované úrovni napájení specifikované jako mezní hodnota. Zkontrolovat, zda je průběh zkoušeného napětí sinusový.
 - 3) Zaznamenat nastavení zdroje zkušebního signálu.
 - 4) Spustit skenování v požadovaném kmitočtovém rozsahu pro ověřování a zaznamenat nastavení zdroje zkušebního signálu, které je potřebné pro zajištění požadovaných zkušebních úrovní.
- c) Měření zkoušeného zařízení.
 - 1) Zapnout zkoušené zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů. **UPOZORNĚNÍ** Při provádění zkoušky dbát zvýšené opatrnosti, protože ochranný vodič osciloskopu je vlivem oddělovacího transformátoru odpojen a může dojít k úrazu elektrickým proudem.
 - 2) Nastavit signálový generátor na nejnižší zkušební kmitočet a zvyšovat úroveň, dokud se na zkoušeném vodiči nedosáhne požadované napětí
nebo výkon
POZNÁMKA Výkon je omezen úrovní kalibrovanou v kroku b)2) článku 8.6.16.3.4.
 - 3) Po dosažení požadované úrovně signálu procházet zvolený kmitočtový rozsah rychlostí, která nepřesahuje hodnoty uvedené v tabulce 501-5.
 - 4) Vyhodnocení susceptibility
 - (a) Monitorovat poruchy zkoušeného zařízení.
 - (b) Pokud se vyskytne reakce, určit prahovou úroveň podle postupu v článku 8.6.6.10.4.3 a ověřit zda překračuje mezní hodnotu.

- 5) Výše uvedené kroky 2) až 4) opakovat pro každý napájecí vodič. V případě nezemněného třífázového střídavého napájení se musí měření provádět podle následující tabulky:

TABULKA NCS01-1 – Třífázové nezemněné napájení

Vazební transformátor na vodiči	Měření napětí mezi
L1	L1 a L2
L2	L2 a L3
L3	L3 a L1

V případě zemněného třífázového střídavého napájení (4 vodiče) se musí provést měření podle následující tabulky:

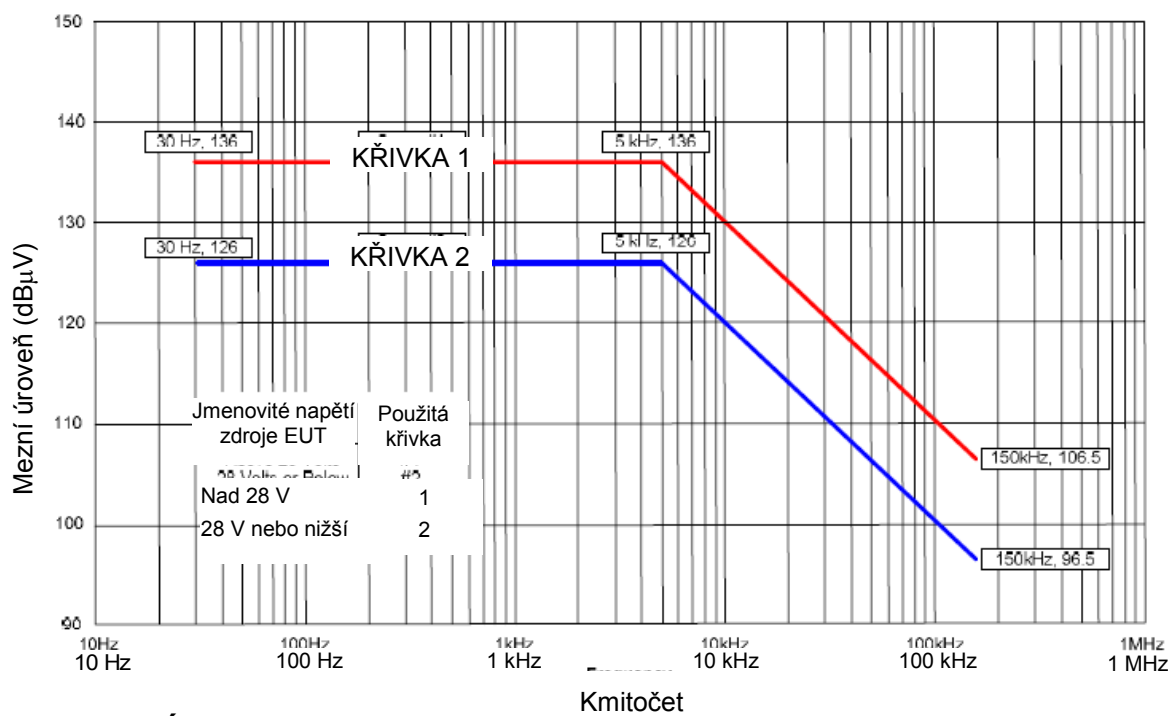
TABULKA NCS01-2 – Třífázové zemněné napájení

Vazební transformátor na vodiči	Měření napětí mezi
L1	L1 a N
L2	L2 a N
L3	L3 a N

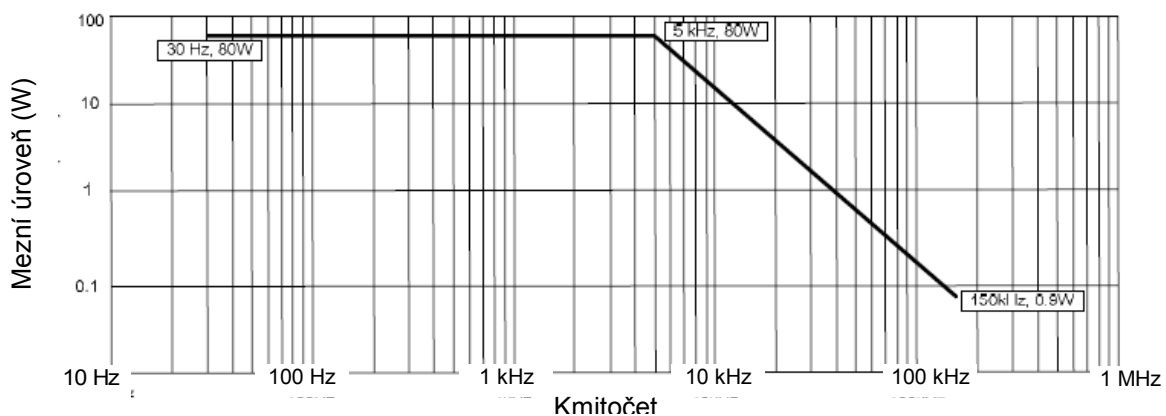
8.6.16.3.5 Presentace výsledků

Výsledky se musí pro každý vodič prezentovat následujícím způsobem:

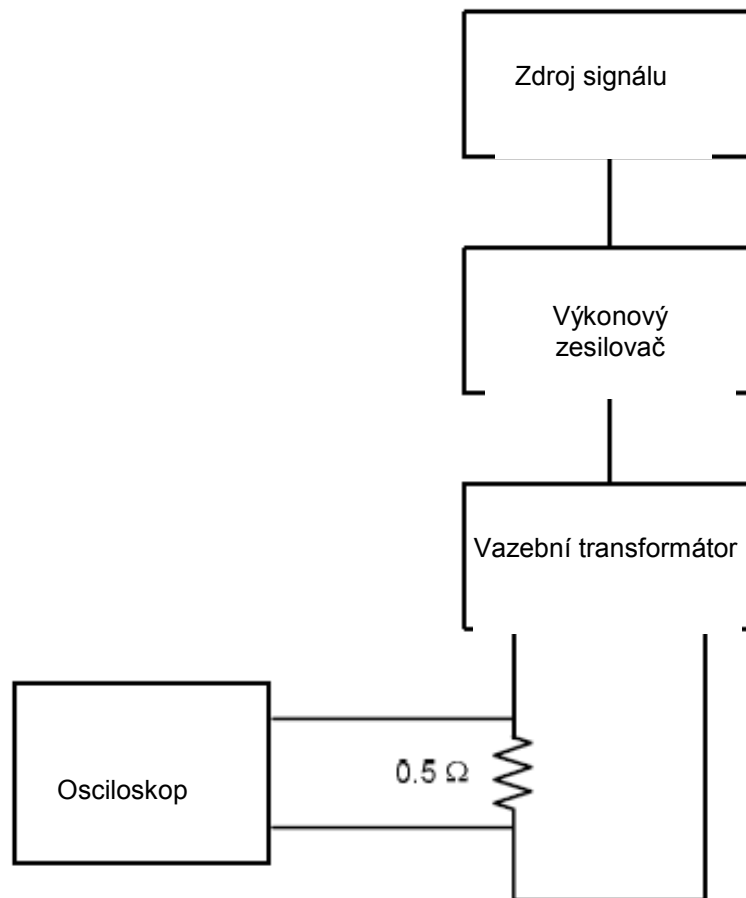
- V grafu nebo tabulce vytvořit přehled kmitočtů a amplitud zkušebního signálu, použitých při zkoušce.
- Uvést zjištěné prahové hodnoty susceptibility a příslušné kmitočty.
- Pro každý vodič zaznamenat potvrzení shody s použitými požadavky vyhodnocení susceptibility, specifikovanými v kroku c) článku 8.6.16.3.4.



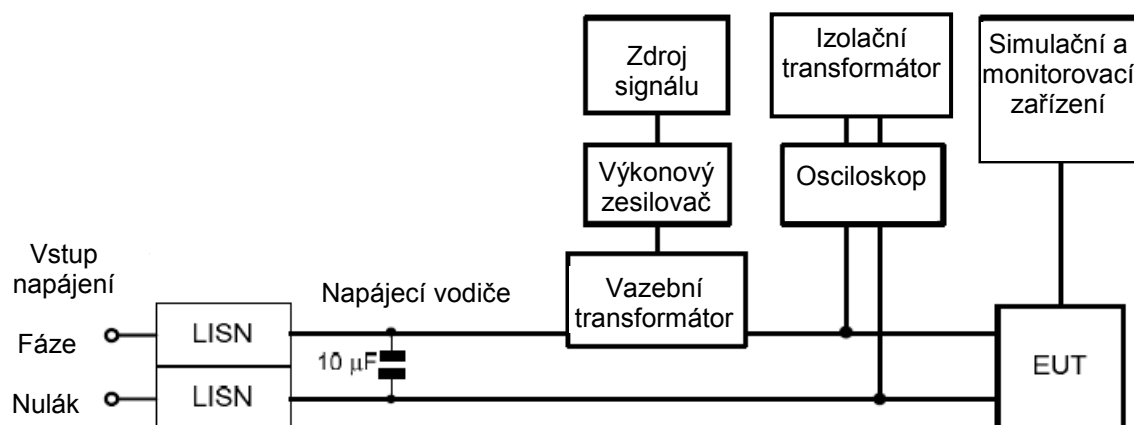
OBRÁZEK NCS01-1 – Meze zkušebního napětí pro všechny aplikace



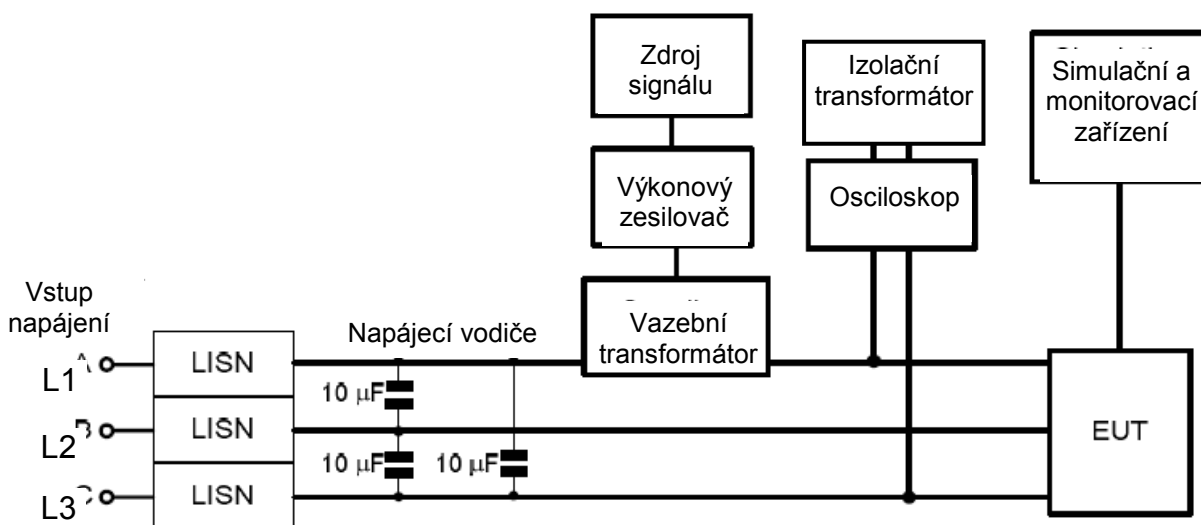
OBRÁZEK NCS01-2 – Meze zkušebního výkonu pro všechny aplikace



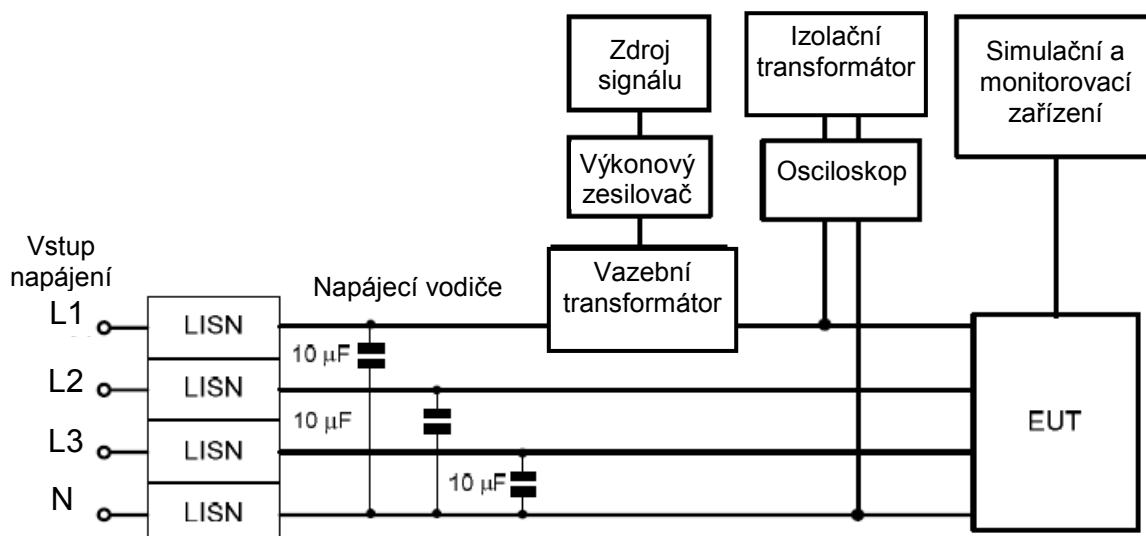
OBRÁZEK NCS01-3 – Zapojení při kalibraci



OBRÁZEK NCS01-4 – Injektáž signálu, DC nebo jednofázové AC napájení



OBRÁZEK NCS01-5 – Injektáž signálu, třífázové nezemněné napájení



OBRÁZEK NCS01-6 – Injektáž signálu, třífázové zemněné napájení

8.6.17 NCS02 – Susceptibilita na vedené emise, řídicí a signálové vodiče, 20 Hz až 50 kHz

8.6.17.1 Použitelnost NCS02

Zkouška je použitelná pro řídicí a signálové vodiče (dlouhé 1 m nebo delší) připojené ke zkoušenému zařízení. Před provedením zkoušky prostudujte informace v článku 8.6.9.7.

8.6.17.2 Mezní hodnoty NCS02

Mezní hodnoty pro letecké, námořní a pozemní aplikace jsou uvedeny na obrázcích NCS02-1 a NCS02-2.

V případě provozního prostoru letiště může být nutné nastavit kmitočtový rozsah zvýšených mezí (146 dB μ A) v závislosti na kmitočtovém rozsahu používaných střídavých napájecích zdrojů letadel. Pokud je např. zařízení nainstalováno na letadle, jehož primární napájení se pohybuje v kmitočtovém rozsahu 350 Hz až 800 Hz, pak musí zvýšené meze pokrývat i tento rozsah.

8.6.17.3 Zkušební postup NCS02

8.6.17.3.1 Účel

Zkušební postup se používá pro potvrzení, že proudy s kmitočty zvukového spektra, které tečou v kabelech v sousedství řídicích a datových vedení EUT, nezpůsobují poruchy jeho funkce. Na požadavky této zkoušky jsou citlivé zvláště audio systémy.

8.6.17.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) Signálový generátor.
- b) Výkonový zesilovač s nízkou výstupní impedancí.
- c) Ampérmetr.
- d) Kondenzátor 30 000 μ F.
- e) LISN 5 μ H nebo 50 μ H.

8.6.17.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

Typické uspořádání zkoušeného zařízení je uvedeno a popsáno na obrázku NCS02-3.

8.6.17.3.4 Postup

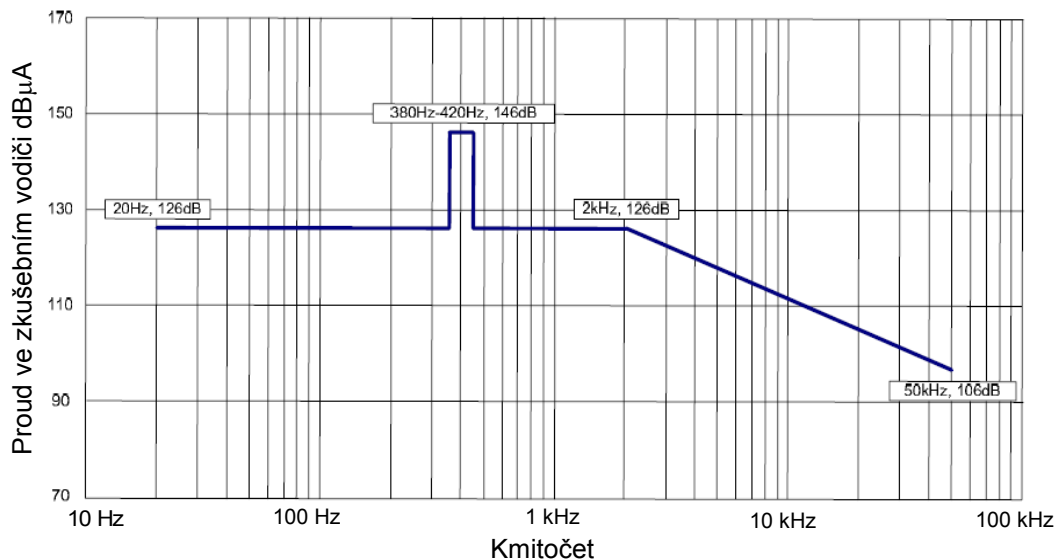
Zkušební postup musí být následující.

- a) Zkušební vodič se musí umístit co nejbliž každému zkoušenému kabelovému svazku, který se musí obtočit dvěma závitů zkušební vodiče v délce 1 m a musí pokrývat celý svazek v délce 150 mm od každého konektoru.
- b) Zkušební vodič se musí napájet specifikovaným proudem v požadovaném kmitočtovém rozsahu a vhodným způsobem se musí monitorovat zařízením nebo metodou (např. ampérmetr / zkušební přijímač, voltmetr/rezistor, proudová sonda atd.), které umožňuje měření do 50 kHz.
- c) Při objevení poruchy funkce, se musí zkušební proud snižovat tak dlouho, až se zjistí a zaznamená prahová hodnota.

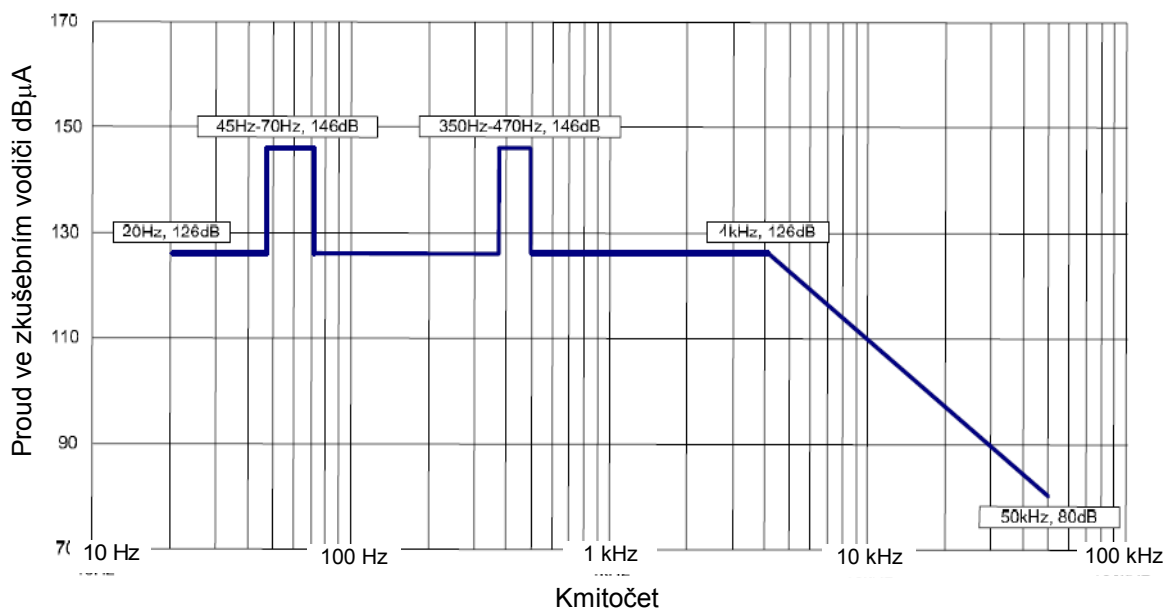
8.6.17.3.5 Prezentace výsledků

Výsledky se musí pro každý vodič prezentovat následujícím způsobem:

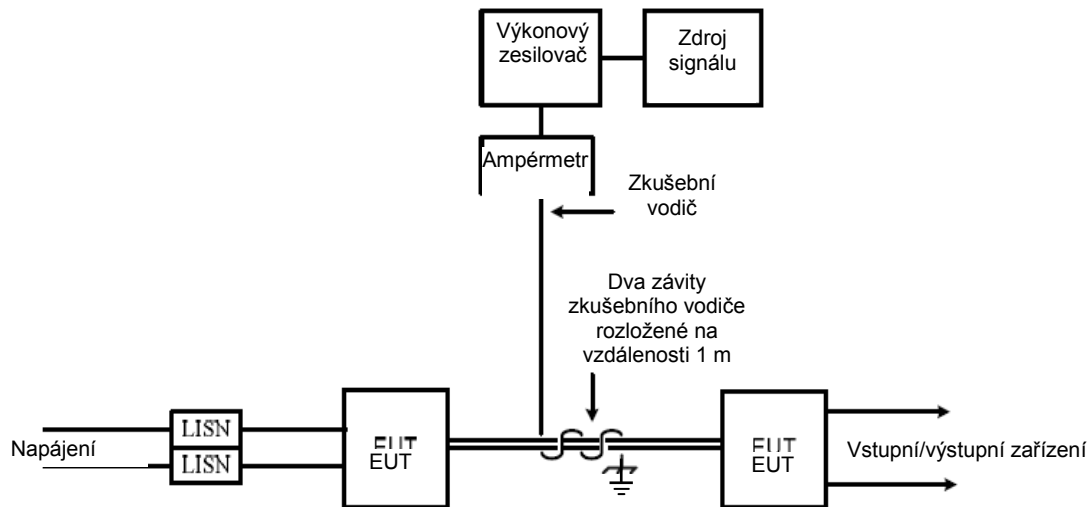
Jakákoliv porucha, zhoršení funkce nebo poškození zařízení se musí prověřit a zaznamenat do zkušebního protokolu.



OBRÁZEK NCS02-1 – Meze pro letecké aplikace



OBRÁZEK NCS02-2 – Meze pro námořní aplikace



OBRÁZEK NCS02-3 – Základní uspořádání zkoušky

8.6.18 NCS03 – Susceptibilita na vedené emise, anténní vstup, intermodulace, 15 kHz až 10 GHz

8.6.18.1 Použitelnost NCS03

Požadavek citlivosti vstupních dílů přijímačů je použitelný pro zařízení a podsystémy jako jsou spojovací přijímače, RF zesilovače, vysílače, radiolokátorové přijímače, akustické přijímače a přijímače elektronického boje podle specifikací akvizičního orgánu.

8.6.18.2 Mezní hodnoty NCS03

Pokud je zkoušené zařízení vystaveno mezním zkušebním signálům určeným individuálním akvizičním procesem, nesmí vykazovat žádné intermodulační produkty mimo specifikované toleranční pásmo.

8.6.18.3 Zkušební postup NCS03

8.6.18.3.1 Účel

Zkušební postup se používá pro určení intermodulačních produktů které jsou způsobeny nepožadovanými signály na anténním vstupu zkoušeného zařízení.

8.6.18.3.2 Zkušební zařízení

Zkušební zařízení, uspořádání, postupy a prezentace údajů se musí určit případ od případu na základě návodu uvedeného v článku 8.6.9.8.

8.6.19 NCS04 – Susceptibilita na vedené emise, anténní vstup, potlačení nežádoucích signálů, 30 Hz až 20 GHz

8.6.19.1 Použitelnost NCS04

Zkouška susceptibility vstupních dílů přijímačů se používá na zařízení a podsystemy jako jsou spojovací přijímače, RF zesilovače, vysílače, radiolokátorové přijímače, akustické přijímače a přijímače elektronického boje, podle specifikací akvizičního orgánu.

8.6.19.2 Mezní hodnoty NCS04

Pokud je zkoušené zařízení vystaveno mezním zkušebním signálům určeným individuálním akvizičním procesem, nesmí vytvářet žádné nepožadované odezvy mimo specifikované toleranční pásmo.

8.6.19.3 Zkušební postup NCS04

8.6.19.3.1 Účel

Zkušební postup se používá pro určení rušivých reakcí, které jsou způsobeny nežádoucími signály na anténním vstupu zkoušeného zařízení.

8.6.19.3.2 Zkušební zařízení

Zkušební zařízení, uspořádání, postupy a prezentace dat se musí určit případ od případu na základě návodu uvedeného v článku 8.6.9.9.

8.6.20 NCS05 – Susceptibilita na vedené emise, anténní vstup, křížová modulace, 30 Hz až 20 GHz

8.6.20.1 Použitelnost NCS05

Zkouška citlivosti vstupních dílů přijímačů se používá pro přijímače, které zpracovávají běžné, amplitudově modulované RF signály.

8.6.20.2 Mezní hodnoty NCS05

Pokud je zkoušené zařízení vystaveno mezním zkušebním signálům určeným individuálním akvizičním procesem, nesmí vytvářet žádné nepožadované odezvy způsobené křížovou modulací, mimo toleranční pásmo.

8.6.20.3 Zkušební postup NCS05

8.6.20.3.1 Účel

Zkušební postup se používá pro určení produktů křížové modulace, které jsou způsobeny nežádoucími signály na anténním vstupu zkoušeného zařízení.

8.6.20.3.2 Zkušební zařízení

Zkušební zařízení, uspořádání, postupy a prezentace dat se musí určit případ od případu na základě návodu uvedeného v článku 8.6.9.10.

8.6.21 NCS06 – Susceptibilita na vedené emise, únikový proud, 60 Hz až 100 kHz

8.6.21.1 Použitelnost NCS06

Požadavky jsou použitelné pro zařízení a podsystémy, jejichž pracovní kmitočty jsou v rozsahu 100 kHz nebo nižší a provozní citlivost je 1 μV nebo menší (např. 0,5 μV). Ruční zařízení této zkoušky nepodléhají. Podrobnější informace jsou uvedeny v článku 8.6.9.11.

8.6.21.2 Mezní hodnoty NCS06

Zkoušené zařízení nesmí při aplikaci zkušebních signálů s napěťovými úrovněmi specifikovanými na obrázku NCS06-1 vykazovat žádné chyby, poruchy funkce nebo odchylky od specifikovaných parametrů mimo toleranční interval uvedený v technických specifikacích jednotlivých zařízení nebo podsystémů.

8.6.21.3 Zkušební postup NCS06

8.6.21.3.1 Účel

Zkušební postup se používá pro ověření schopnosti, zařízení odolávat svodovým proudům.

8.6.21.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) signálový generátor,
- b) výkonový zesilovač (pokud je nutný),
- c) oddělovací transformátor,
- d) proudová sonda,
- e) měřicí přijímač,
- f) rezistor 0,5 Ω ,
- g) vazební transformátor.

8.6.21.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Uspořádání zkoušeného zařízení, které je uvedeno na obrázcích 501-3 až 501-6 a popsáno v článku 8.6.6.8 není nutné.
- b) Kalibrace. Žádný kalibrační postup se nepožaduje.
- c) Měření zkoušeného zařízení.
 - 1) Uspořádat zkoušené a zkušební zařízení (včetně zdroje signálu, zařízení pro měření proudu a zařízení nutného pro provoz zkoušeného zařízení nebo zařízení pro monitorování funkce) tak, aby se vytvořilo jednobodové zemnění zkušební sestavy, za použití

zemnicího bodu zkoušeného zařízení, jak je uvedeno na obrázku NCS06-2.

- (a) Pro izolaci napájecího zdroje použít oddělovací transformátor. Při stejnosměrném napájení (DC) není oddělovací transformátor nutný.
 - (b) Odpojit ochranné zemnicí vodiče všech napájecích zdrojů.
 - (c) Pro vytvoření jednobodového zemnění umístit zkoušené a zkušební zařízení na nevodivý povrch.
- 2) Zkušební body pro injektáž proudu musí být následující:
- (a) Zkoušené zařízení není určeno pro instalaci do rámu. Nejvzdálenější body diagonály montážního povrchu.
 - (b) Zkoušené zařízení je určeno pro instalaci do rámu. Nejvzdálenější body diagonály všech stran zařízení.
 - (c) Zkoušené zařízení je určeno pro instalaci na palubu. Nejvzdálenější body diagonály všech stran zařízení.
 - (d) Zkoušené zařízení je určeno pro instalaci na přepážku. Nejvzdálenější body diagonály všech stran zařízení.
 - (e) Kabely (všechny instalační metody). Mezi pancéřování kabelů, které je spojeno se zkoušeným zařízením a jednotlivé zemnicí body vytvořené pro zkušební účely. Zkouška se může také použít pro stíněné kabely a kabelové žlaby, pokud mají pouze jeden zemnicí bod.
- 3) Signálový generátor a rezistor připojovat ke zvoleným zkušebními bodům. Pro injektáž se používá vodič vedený kolmo ke zkoušenému povrchu minimálně v délce 0,5 m.

8.6.21.3.4 Postup

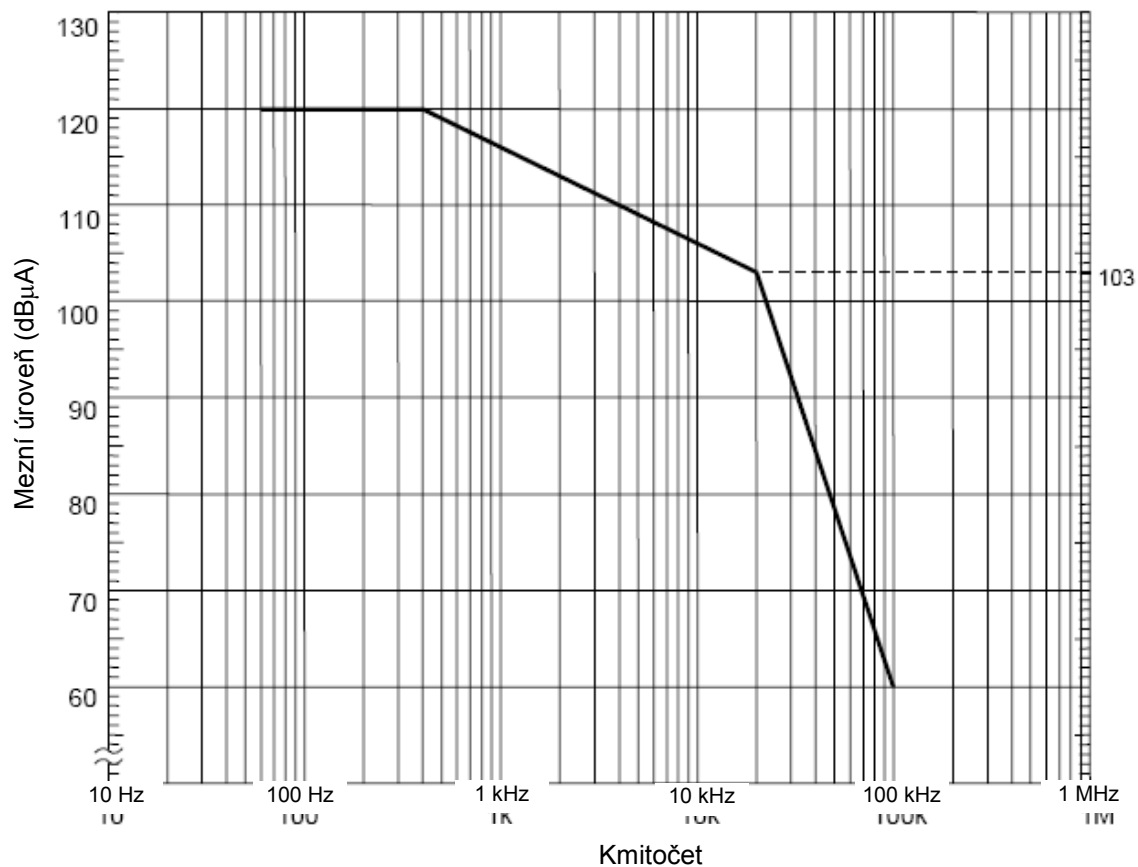
Zkušební postup musí být následující:

- a) Zapnout zkoušené a zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Nastavit signálový generátor na nejnižší zkušební kmitočet. Nastavit signálový generátor na minimální požadovanou zkušební úroveň. Proud monitorovat proudovou sondou a měřicím přijímačem.
- c) Procházet požadovaný kmitočtový rozsah v souladu s tabulkou 501-5 při nastavení nejnižších specifikovaných úrovní proudu, které odpovídají mezním hodnotám. Sledovat chování zkoušeného zařízení.
- d) Pokud se objeví reakce, určit postupem uvedeným v článku 8.6.6.10.4.3 prahovou úroveň a ověřit, že je nad požadovanou mezní hodnotou.
- e) Výše uvedené kroky b) až d) opakovat pro každý diagonální soubor zkušebních bodů na každém povrchu zkoušeného zařízení.

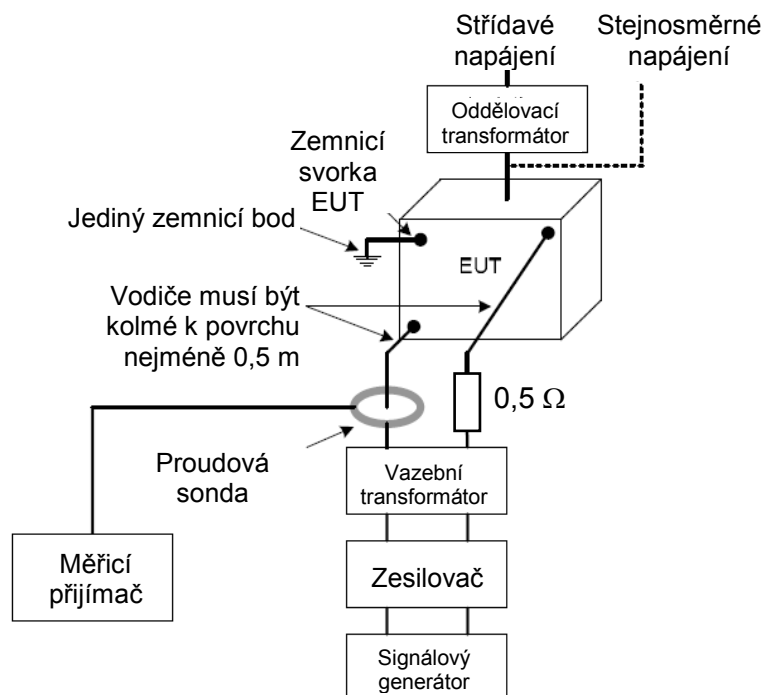
8.6.21.3.5 Prezentace výsledků

Výsledky se musí pro každý vodič prezentovat následujícím způsobem:

- Vytvořit tabulku, která obsahuje provozní režimy, zkušební kmitočty, prahové úrovně proudu, mezní hodnoty a zkušební body, kde došlo k reakci,
- Vytvořit náčrt zkoušeného zařízení s vyznačenými zkušebními body.



OBRÁZEK NCS06-1 – Mezní hodnoty pro všechny aplikace



OBRÁZEK NCS06-2 – Uspořádání při zkoušce

8.6.22 NCS07 – Susceptibilita na vedené emise, injektáž do kabelového svazku, 10 kHz až 200 MHz

8.6.22.1 Použitelnost NCS07

Požadavek je použitelný pro všechny propojovací kabely, včetně napájecích. Podrobnější informace jsou uvedeny v článku 8.6.9.12.

Účelem zkoušky je potvrdit, že pokud se RF signály v kmitočtovém rozsahu 10 kHz až 200 MHz naindukují do propojovacích a napájecích kabelových svazků zkoušeného zařízení, nezpůsobí poruchy nebo zhoršení funkce. Navíc může zkouška poskytnout popis funkčních poruch systému v závislosti na amplitudě/kmitočtu, při srovnání úrovní proudu ve svazcích (nebo kabelech) způsobených vnitřními i vnějšími zdroji, zjištěných během ověřovacích zkoušek, které se mohou použít při sestavování odpovídajících bezpečných hranic.

Předmětem zkoušky jsou kabelové svazky, které vedou ke zkoušenému zařízení z jiných zařízení v systému (včetně vodičů primárního napájení) a propojují tedy jednotky zkoušeného zařízení. Kabelové svazky se mohou zkoušet vcelku nebo jako jednotlivé vodiče.

POZNÁMKY

1 U systémů s vysokou redundancí, např. u letového řídicího systému se čtyřnásobně jištěným propojením, se může injektáž provádět souběžně do několika svazků.

2 Zkouška efektu okna se běžně provádí následující zkouškou podle požadavků zkoušky. Viz článek 8.6.6.10.4.1.

8.6.22.2 Mezní hodnoty NCS07

Zkoušené zařízení nesmí při použití zkušebních signálů se specifikovanými napěťovými úrovněmi, kalibrovanými podle obrázku NCS07-1, modulovanými podle dále uvedených pokynů a injektovaných sondami, vykazovat žádné chyby, poruchy funkce nebo odchylky od specifikovaných parametrů mimo toleranční interval uvedený v technických specifikacích jednotlivých zařízení nebo podsystémů. Odpovídající křivka mezních zkušebních úrovní na obrázku NCS07-1 se musí zvolit z tabulky NCS07-1. Pro zařízení o kterém se předpokládá, že se bude instalovat na loď nebo do ponorky se v kmitočtovém pásmu 4 kHz až 1 MHz musí použít dodatečná mezní úroveň 77 dB μ A v nesymetrickém režimu na všechny napájecí kabely (živý i zpětný). Požadavky jsou splněny, když zkoušené zařízení není susceptibilní na vnucené úrovně výkonu snímané vazebním členem a které jsou pod úrovněmi určenými při kalibraci a zajišťující, že skutečné proudy indukované ve zkoušených kabelech jsou o 6 dB nebo více vyšší než kalibrační úrovně.

Požadavek není použitelný pro koaxiální kabely k anténním vstupům přijímačů, o kterých se předpokládá, že se budou instalovat do lodí a ponorek.

8.6.22.3 Zkušební postup NCS07

8.6.22.3.1 Účel

Zkušební postup se používá pro ověření schopnosti zkoušeného zařízení odolávat RF signálům indukovaným v jeho kabeláži.

8.6.22.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) měřicí přijímače,
- b) proudové injektážní sondy (maximální vložný útlum je uveden na obrázku NCS07-2; doporučuje se co nejmenší vložný útlum, ale nevyžaduje se; podrobnější rozbor problematiky je na obrázku 501-21 a v článku 8.6.9.11),
- c) proudové sondy,
- d) kalibrační přípravek: Koaxiální přenosové vedení s charakteristickou impedancí 50 Ω , koaxiální zakončení na obou koncích a prostor pro umístění injekční sondy kolem středního vodiče,
- e) směrové vazební členy,
- f) signálové generátory,
- g) kreslicí zařízení,
- h) útlumové členy 50 Ω ,
- i) koaxiální zátěže 50 Ω ,
- j) výkonové zesilovače,
- k) LISN 50 μ H.

8.6.22.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Uspořádání zkoušeného zařízení je uvedeno na obrázcích 501-3 až 501-6 a popsáno v článku 8.6.6.8.
- b) Kalibrace. Pro kalibraci injektážních sond uspořádat zkušební zařízení podle obrázku NCS07-3.
 - 1) Kalibrační sondu umístit tak, aby obklopovala střední vodič kalibračního přípravku.
 - 2) Konec kalibračního přípravku zakončit zátěží 50Ω a druhý konec připojit přes útlumový člen k měřicímu přijímači A.
- c) Měření zkoušeného zařízení.
 - 1) Umístit injektážní a měřicí sondy kolem kabelového svazku vedoucího ke konektoru zkoušeného zařízení.
 - 2) Pro minimalizaci chyb použít stejné signály, které se používaly při kalibraci mezi útlumovým členem a kalibračním přípravkem (osciloskop, koaxiální kabely, přepážkové konektory, další útlumové členy atd.) a připojit k monitorovací sondě. Pokud je to nutné, musí se použít další útlumové členy.
 - 3) Monitorovací sondu umístit 50 mm od konektoru. Pokud kryt konektoru přesahuje 50 mm, umístit monitorovací sondu co nejbliž ke krytu konektoru.
 - 4) Injektážní sondu umístit ve vzdálenosti 50 mm od monitorovací sondy.

8.6.22.3.4 Postup

Zkušební postup musí být následující:

- a) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Kalibrace. Pro účely kalibrace provést následující kroky.
 - 1) Na signálovém generátoru nastavit nemedulovaný signál 10 kHz.
 - 2) Zvyšovat úroveň signálu, dokud nebude měřicí přijímač A na středním vodiči kalibračního přípravku indikovat úroveň proudu specifikovanou jako zkušební úroveň.
 - 3) Zaznamenat „vnucený výkon“, který pro injektážní sondu indikuje měřicí přijímač B.
 - 4) Procházet celý kmitočtový rozsah od 10 kHz až po 200 MHz a zaznamenat, jaký vnucený výkon je nutný pro vyvolání požadované amplitudy proudu.
- c) Měření zkoušeného zařízení. Následující kroky provést pro všechny kabelové svazky vedoucí ke konektorům zkoušeného zařízení, včetně všech napájecích (i zpětných). Postup použít i u napájecích kabelů včetně zpětného a ochranného vodiče (žluto-zelený) vyjmutých ze svazku. U konektorů, které obsahují napájecí i propojovací kabely, provést

zkoušku na celém svazku, na napájecích vodičích (včetně zpětného a ochranného) uspořádaných do odděleného svazku a na napájecích vodičích uspořádaných do svazku s vyjmutými zpětnými a ochrannými vodiči.

- 1) Zapnout zkoušené zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- 2) Vyhodnocení susceptibility.
 - (a) Na signálovém generátoru nastavit kmitočet 10 kHz s impulzní modulací 1 kHz a se střídou 50 %.
 - (b) K injektážní sondě přivést úroveň vnuceného proudu určeného v kroku b) 4) článku 8.6.22.3.4 a monitorovat indukovaný proud.
 - (c) Procházet požadovaný kmitočtový rozsah podle článku 8.6.6.10.4 a tabulky 501-5 při nastavování úrovně vnuceného výkonu na kalibrační úroveň určenou v kroku b) 4) článku 8.6.22.3.4, nebo na maximální úroveň proudu použité mezní hodnoty, podle toho která je méně přísná.
 - (d) Během zkoušky sledovat případné poruchy funkce zkoušeného zařízení.
 - (e) Kdykoliv se vyskytne porucha nebo změna funkce, určit prahovou úroveň podle postupu uvedeného v článku 8.6.6.10.4.3 a zkontrolovat, zda překračuje požadované mezní hodnoty.
 - (f) Pokud zařízení obsahuje redundantní kabeláž pro zvýšení bezpečnosti, jako jsou např. násobné datové sběrnice, použít techniku souběžné injektáže.

8.6.22.3.5 Prezentace výsledků

Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

- a) Vytvořit náskres amplitudy v závislosti na kmitočtu pro úrovně vnuceného výkonu požadovaného pro kalibrované úrovně určené v kroku b) článku 8.6.22.3.4.
- b) Pro každý konektor vytvořit tabulku, která obsahuje použitý kmitočtový rozsah a vyjádření shody s požadavky vyhodnocení susceptibility z kroku c) 2) článku 8.6.22.3.4. Uvést všechny zjištěné prahové hodnoty susceptibility s příslušnými kmitočty.

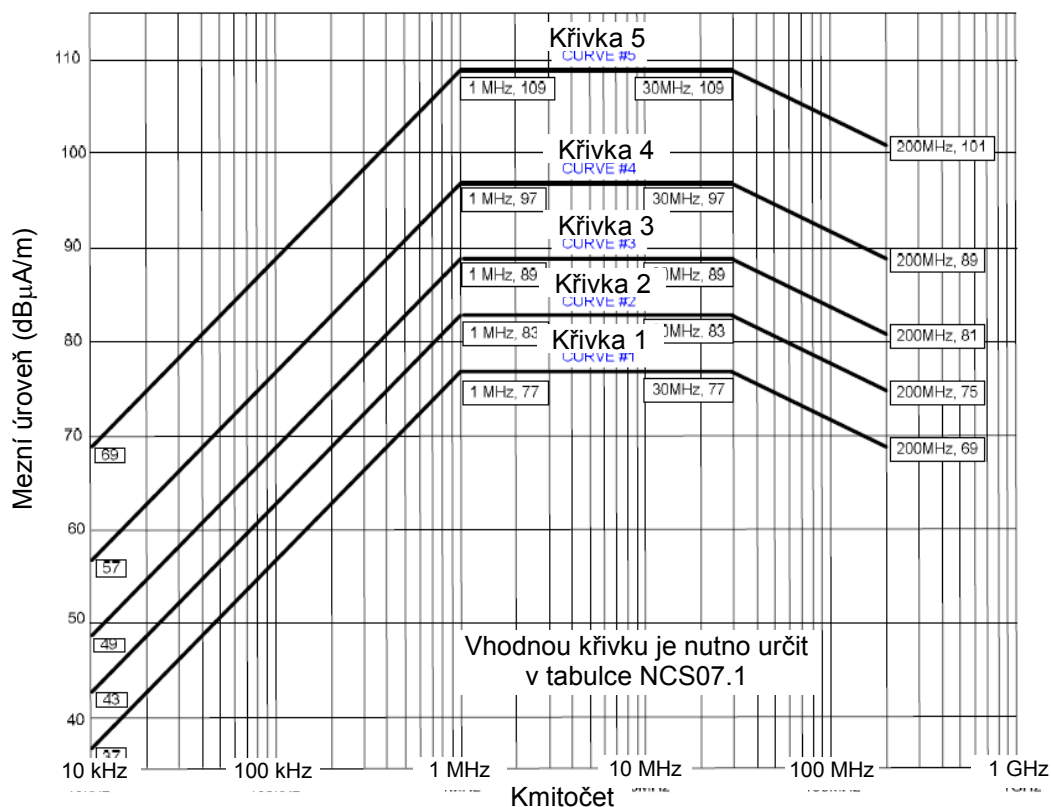
TABULKA NCS07-1 – Mezní křivky

Číslo mezní křivky na obrázku NCS07-1									
Platforma	Letadla vnějšík nebo důležité z hlediska bezpečnosti	Letadla vnitřek	Všechny lodě (na palubě a ponorky) (Vnitřek*)	Lodě kovové (pod palubou)	Lodě nekovové (pod palubou)**	Ponorky (vnitřek)	Pozemní zařízení	Kosmická zařízení	
4 kHz až 1 MHz	N	-	-	77 dB μ A	77 dB μ A	77 dB μ A	77 dB μ A	-	-
10 kHz až 2 MHz	A	5	5	2	2	2	1	3	3
	N	5	3	2	2	2	1	2	3
2 MHz až 30 MHz	AF	5	3	-	-	-	-	2	3
	A	5	5	5	2	4	1	4	3
30 MHz až 200 MHz	N	5	5	5	2	4	1	2	3
	AF	5	3	-	-	-	-	2	3
30 MHz až 200 MHz	A	5	5	5	2	2	2	4	3
	N	5	5	5	2	2	2	2	3
30 MHz až 200 MHz	AF	5	3	-	-	-	-	2	3

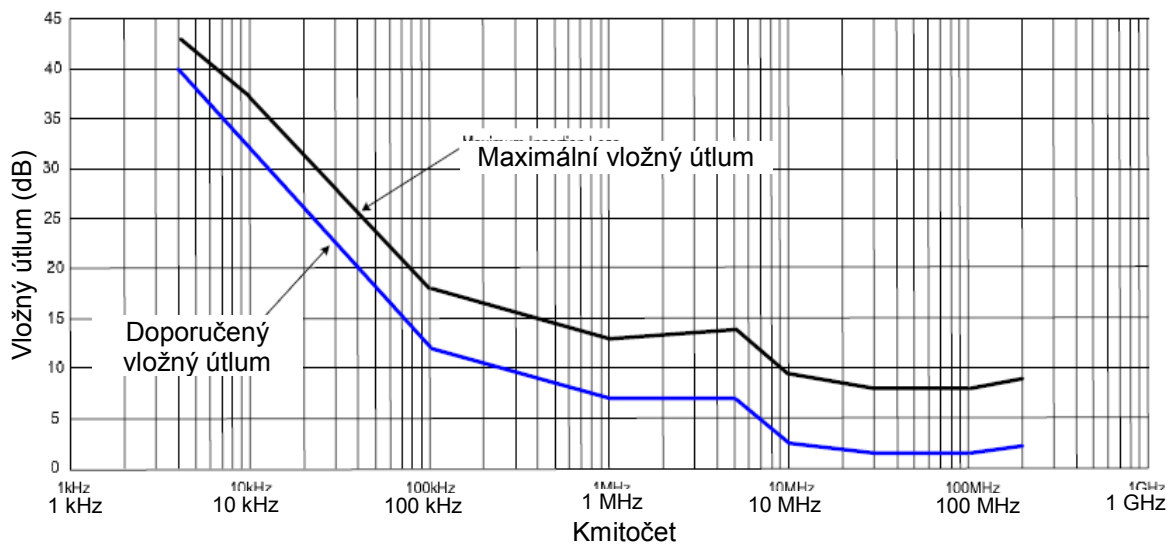
Legenda: A = pozemní N = námořní AF = letecké

* Pro zařízení umístěná mimo trup ponorky ale uvnitř superstruktury použít sloupec Lodě kovové (pod palubou)

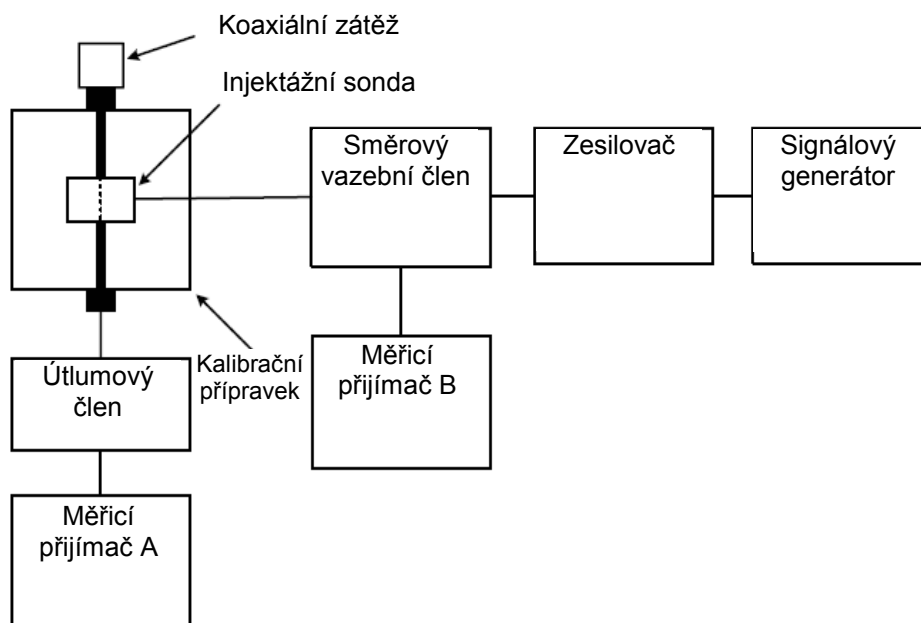
** Pro zařízení umístěná v podvěsech letadel



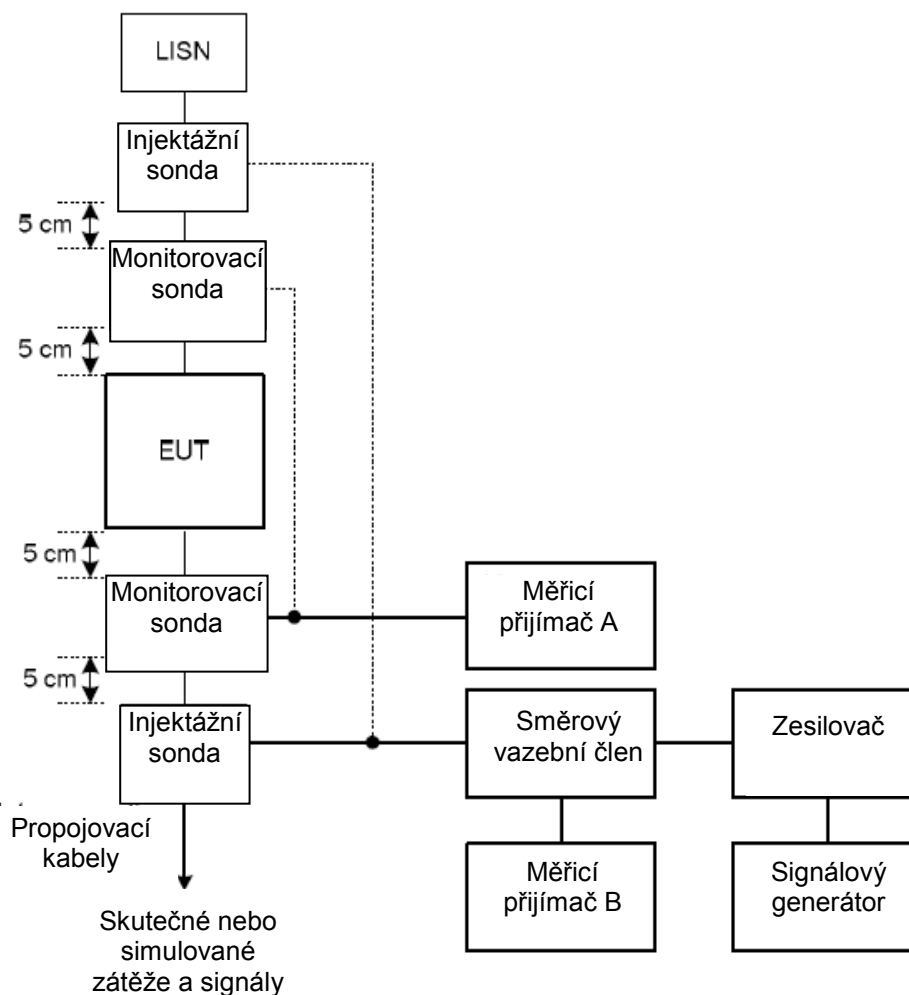
OBRÁZEK NCS07-1 – Kalibrační meze pro všechny aplikace



OBRÁZEK NCS07-2 – Maximální vložný útlum injektážní sondy



OBRÁZEK NCS07-3 – Uspořádání při kalibraci



OBRÁZEK NCS07-4 – Vyhodnocování injektáže do kabelových svazků

8.6.23 NCS08 – Susceptibilita na vedené emise, injektáž do kabelového svazku, impulzní buzení

8.6.23.1 Použitelnost NCS08

Požadavek je použitelný pro všechny propojovací kabely, včetně napájecích

pro letecké, kosmické a pozemní systémy. Pokud je to určeno akvizičním procesem, je možno zkoušky také použít pro systémy lodí a ponorek. Před provedením zkoušky prostudujte informace v článku 8.6.9.13.

8.6.23.2 Mezní hodnoty NCS08

Zkoušené zařízení nesmí při působení zkušebních signálů, jejichž doby vzestupných a sestupných hran, šířky impulzu a amplitudy jsou uvedeny na obrázku NCS08-1, s opakovacím kmitočtem je 30 Hz, po dobu jedné minuty, vykazovat žádné chyby, poruchy funkce nebo odchylky od specifikovaných parametrů mimo toleranční interval uvedený v technických specifikacích jednotlivých zařízení nebo podsystémů.

8.6.23.3 Zkušební postup NCS08

8.6.23.3.1 Účel

Zkušební postup se používá pro ověření schopnosti zkoušeného zařízení odolávat impulzním signálům indukovaným v jeho kabeláži.

8.6.23.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) impulzní generátor, 50 Ω , napájecí vedení (koaxiální),
- b) proudová injektážní sonda,
- c) řídicí kabel, 50 Ω , 2 metry, vložené ztráty 0,5 dB nebo menší pro kmitočet 500 MHz,
- d) proudová sonda,
- e) kalibrační přípravek: Koaxiální přenosové vedení s charakteristickou impedancí 50 Ω , koaxiální zakončení na obou koncích a prostor pro umístění injektážní sondy kolem středního vodiče,
- f) osciloskop, vstupní impedance 50 Ω ,
- g) útlumové členy 50 Ω ,
- h) koaxiální zátěže 50 Ω ,
- i) LISN 50 μ H.

8.6.23.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Uspořádání zkoušeného zařízení je uvedeno na obrázcích 501-3 až 501-6 a popsáno v článku 8.6.6.8.
- b) Kalibrace. Pro kalibraci injektážních sond uspořádat zkušební zařízení podle obrázku NCS08-3.
 - 1) Injektážní sondu umístit tak, aby obklopovala střední vodič kalibračního přípravku.
 - 2) Konec kalibračního přípravku zakončit zátěží 50 Ω a druhý konec připojit přes útlumový člen k osciloskopu se vstupní impedancí 50 Ω .
- c) Měření zkoušeného zařízení. Uspořádat zkušební zařízení podle obrázku NCS08-3.
 - 1) Umístit injektážní a měřicí sondu kolem kabelového svazku vedoucího ke konektoru zkoušeného zařízení.
 - 2) Pro minimalizaci chyb použít stejné signály, které se používaly při kalibraci mezi útlumovým členem a kalibračním přípravkem (osciloskop, koaxiální kabely, přepážkové konektory, další útlumové

členy atd.) a připojit signál k monitorovací sondě. Pokud je to nutné, musí se použít další útlumové členy.

- 3) Monitorovací sondu umístit 50 mm od konektoru. Pokud je kryt konektoru delší než 50 mm, umístit monitorovací sondu co nejbliž ke krytu konektoru.
- 4) Injektážní sondu umístit ve vzdálenosti 50 mm od monitorovací sondy.

8.6.23.3.4 Postup

Zkušební postup musí být následující:

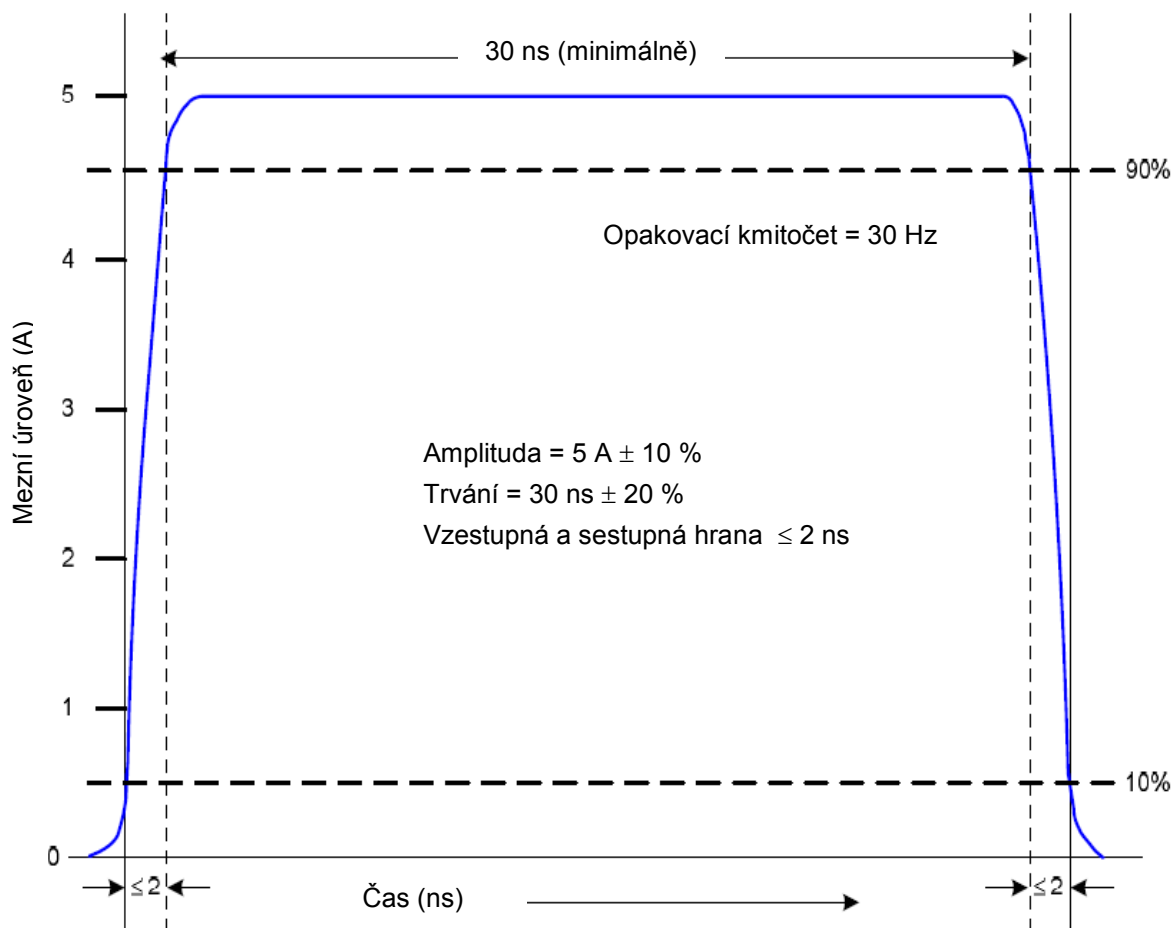
- a) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Kalibrace. Pro kalibrační účely provést následující kroky.
 - 1) Nastavit na impulzním generátoru signál s dobou náběhu, šířkou impulzu a opakovacím kmitočtem podle požadavku.
 - 2) Zvyšovat úroveň signálu přiváděného do zkušebního přípravku, dokud nebude osciloskop na středním vodiči kalibračního přípravku indikovat úroveň proudu specifikovanou jako zkušební úroveň.
 - 3) Zkontrolovat, zda doba vzestupu, doba sestupu a šířka impulzu průběhu mají odpovídající doby trvání a že opakovací kmitočet odpovídá požadavku. Vlivem induktivní vazby nemusí být tvar reprodukováného impulzu přesný.
 - 4) Zaznamenat nastavení amplitudy impulzu na generátoru.
- c) Měření zkoušeného zařízení.
 - 1) Zapnout zkoušené zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
 - 2) Vyhodnocení susceptibility.
 - (a) Na impulzním generátoru nastavit minimální, amplitudu určenou v kroku b) článku 8.6.23.3.4.
 - (b) Použít zkušební signál s požadovaným opakovacím kmitočtem a dobami trvání.
 - (c) Během zkoušky sledovat případné poruchy funkce zkoušeného zařízení.
 - (d) Kdykoliv se vyskytne porucha nebo změna funkce, určit prahovou úroveň podle postupu uvedeného v článku 8.6.6.10.4.3 a zkontrolovat, zda překračuje použité mezní hodnoty.
 - (e) Zaznamenat vrcholový proud indukovaný v kabelu monitorovaný osciloskopem.
 - (f) Výše uvedené kroky (a) až (e) provést pro všechny kabelové svazky vedoucí ke konektorům zkoušeného zařízení, včetně všech napájecích (i zpětných). Postup použít i u napájecích kabelů včetně zpětného a ochranného vodiče (žluto-zelený) vyjmutých

ze svazku. U konektorů, které obsahují napájecí i propojovací kabely provést zkoušku na celém svazku, na napájecích vodičích (včetně zpětného a ochranného) uspořádaných do odděleného svazku a na napájecích vodičích uspořádaných do svazku s vyjmutými zpětnými a ochrannými vodiči.

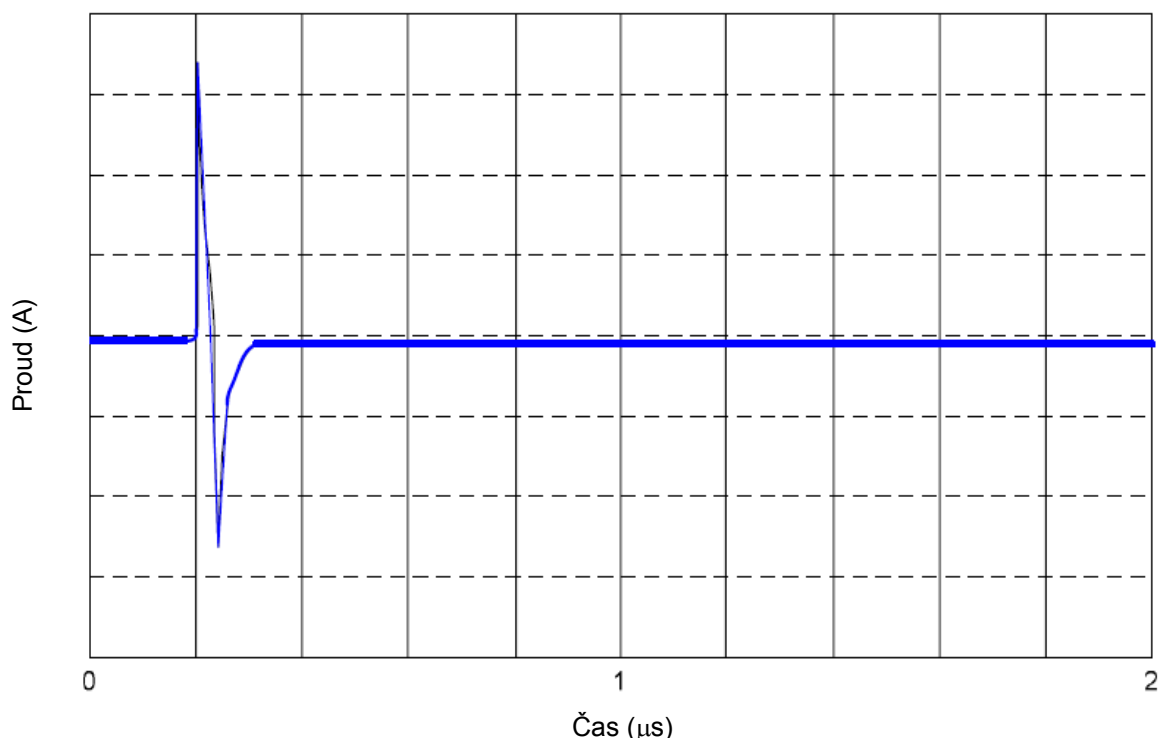
8.6.23.3.5 Prezentace výsledků

Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

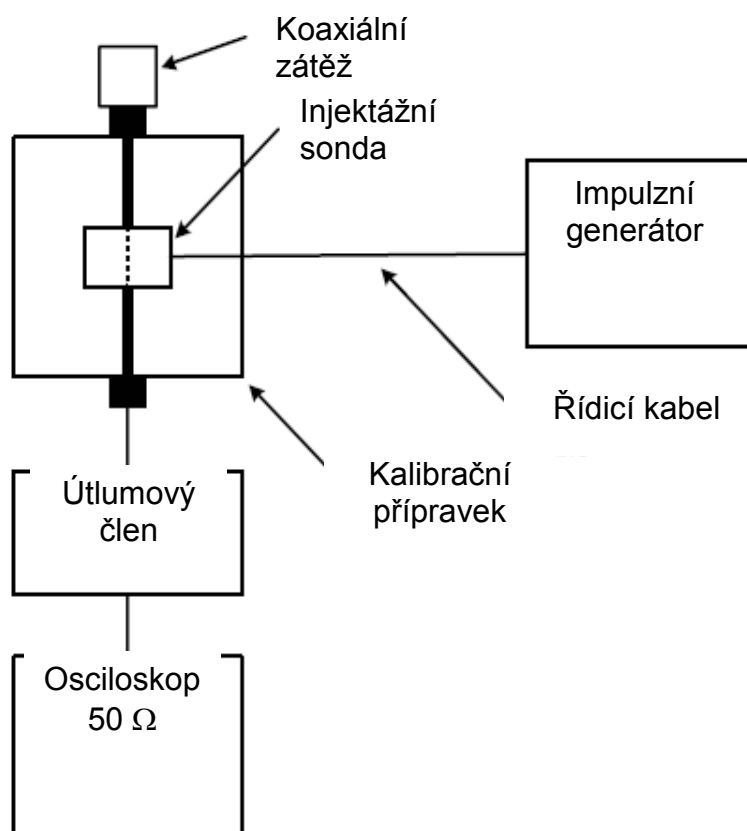
- Pro každý konektor vytvořit tabulku, která obsahuje použitý zkušební kmitočtový rozsah a vyjádření shody s požadavky vyhodnocení susceptibilitě z kroku c) 2) článku 8.6.23.3.4.
- Uvést všechny zjištěné prahové hodnoty s příslušnými kmitočty.
- Vytvořit fotografii nebo náčrt injektovaného průběhu zobrazeného osciloskopem.



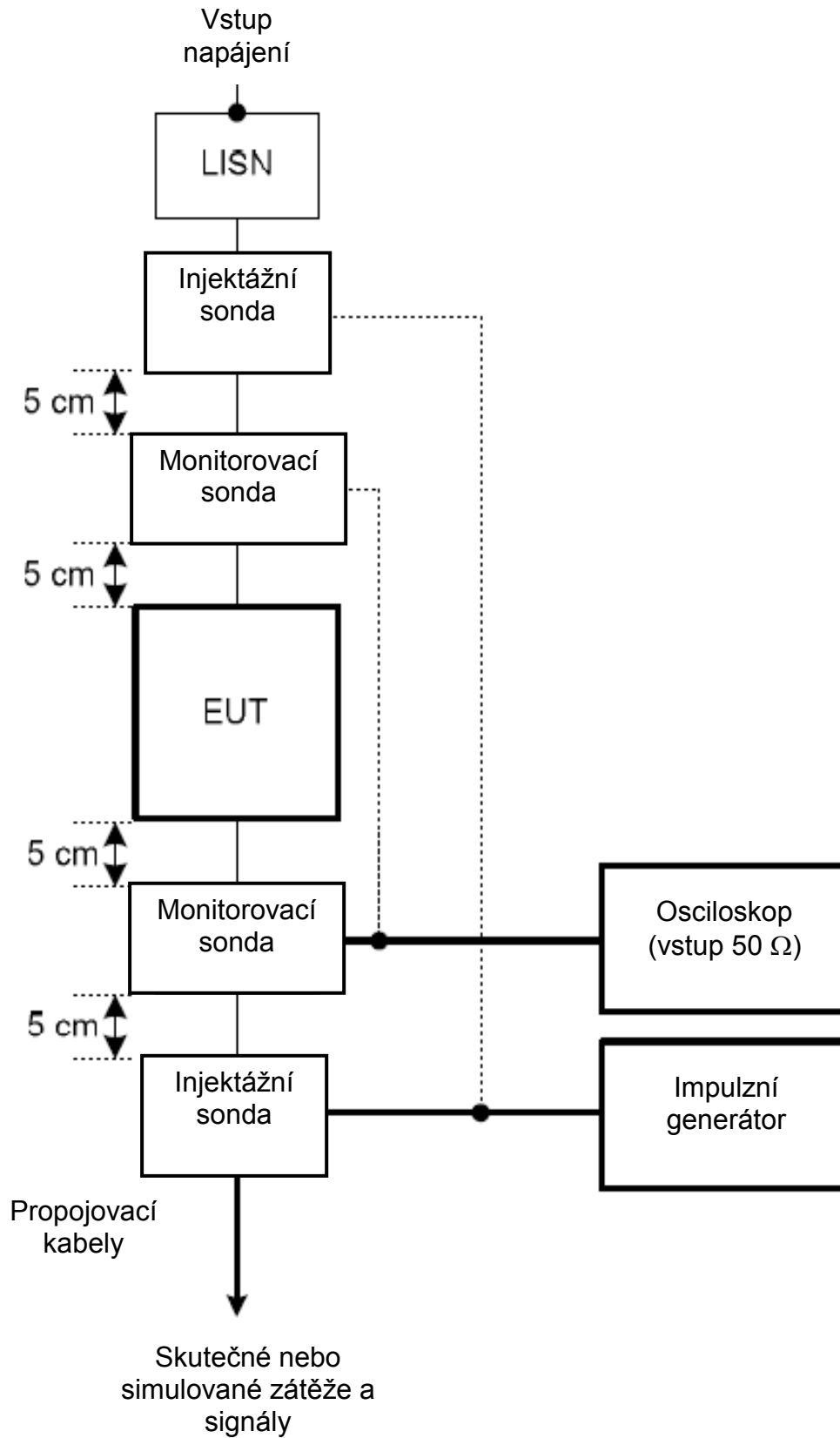
OBRÁZEK NCS08-1 – Charakteristika signálu pro všechny aplikace



OBRÁZEK NCS08-2 – Typický průběh kalibračního přípravku s delší dobou záznamu



OBRÁZEK NCS08-3 – Uspořádání při kalibraci



OBRÁZEK NCS08-4 – Injektáž proudu do kabelového svazku

8.6.24 NCS09 – Susceptibilita na vedené emise, tlumená sinusovka, kabely a napájecí vodiče, 10 kHz až 100 MHz

8.6.24.1 Použitelnost NCS09

Požadavky jsou použitelné pro všechny propojovací kabely, včetně napájecích a jednotlivých napájecích vodičů. Zpětné a nulové vodiče není nutno zkoušet jednotlivě. Podrobnější informace jsou uvedeny v článku 8.6.9.14.

8.6.24.2 Mezní hodnoty NCS09

Zkoušené zařízení nesmí při působení zkušebního signálu, jehož průběh je na obrázku NCS09-1 a maximální proud na obrázku NCS09-2, vykazovat žádné chyby, poruchy funkce nebo odchylky od specifikovaných parametrů mimo toleranční interval uvedený v technických specifikacích jednotlivých zařízení nebo podsystémů. Mezní hodnota se může použít v celém kmitočtovém rozsahu. Shoda s požadavky se musí prokazovat minimálně na následujících kmitočtech: 0,01 MHz; 0,1 MHz; 1 MHz; 10 MHz; 30 MHz a 100 MHz. Pokud jsou známy jakékoliv kritické kmitočty instalace, jako jsou např. rezonance, musí se shoda s požadavky prokazovat i na těchto kmitočtech. Opakovací rychlost signálu nesmí být větší než 1 impuls za sekundu a ne menší než 1 impuls za 2 sekundy. Impulzy musí působit po dobu 5 minut.

8.6.24.3 Zkušební postup NCS09

8.6.24.3.1 Účel

Zkušební postup se používá pro ověření schopnosti zkoušeného zařízení odolávat tlumeným sinusovým signálům indukovaným v jeho kabeláži.

8.6.24.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) generátor tlumených sinusových signálů, výstupní impedance $\leq 100 \Omega$,
- b) proudová injektážní sonda,
- c) osciloskop, vstupní impedance 50Ω ,
- d) kalibrační přípravek: Koaxiální přenosové vedení s charakteristickou impedancí 50Ω , koaxiální zakončení na obou koncích a prostor pro umístění injekční sondy kolem středního vodiče,
- e) proudové sondy,
- f) záznamové zařízení,
- g) útlumové členy 50Ω ,
- h) měřicí přijímač,
- i) koaxiální zátěže 50Ω ,
- j) signálový generátor,
- k) směrový vazební člen,
- l) LISN $50 \mu\text{H}$.

8.6.24.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Uspořádání zkoušeného zařízení je uvedeno na obrázcích 501-2 až 501-6 a popsáno v článku 8.6.6.8.
- b) Kalibrace. Pro ověření průběhu uspořádat zkušební zařízení podle obrázku NCS09-3.
- c) Měření zkoušeného zařízení.
 - 1) Uspořádat zkoušené zařízení podle obrázku NCS09-4.
 - 2) Pro minimalizaci chyb použít stejné prvky, které se při kalibraci použily mezi útlumovým členem a kalibračním přípravkem (osciloskop, koaxiální kabely, panelové konektory, přídavné útlumové členy atd.) a připojit je k monitorovací sondě. Pokud je to nutné musí se použít další útlumové členy.
 - 3) Umístit injektážní a měřicí sondu na kabelový svazek vedoucí ke konektoru zkoušeného zařízení.
 - 4) Monitorovací sondu umístit 50 mm od konektoru. Pokud kryt konektoru přesahuje 50 mm umístit monitorovací sondu co nejbliž ke krytu konektoru.
 - 5) Injektážní sondu umístit ve vzdálenosti 50 mm od monitorovací sondy.

8.6.24.3.4 Postup

Zkušební postup musí být následující:

- a) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Kalibrace. Pro ověření průběhu provést následující kroky.
 - 1) Nastavit na generátoru tlumeného sinusového signálu kmitočet 10 kHz.
 - 2) Amplitudu signálu generátoru tlumeného sinusového signálu nastavit na požadovanou úroveň.
 - 3) Zaznamenat nastavení generátoru tlumeného sinusového průběhu.
 - 4) Ověřit, že průběh odpovídá požadavkům.
 - 5) Výše uvedené kroky 2) až 4) opakovat pro každý kmitočet specifikovaný v požadavcích a identifikovaný v kroku c)2) článku 8.6.24.3.4.
- c) Měření zkoušeného zařízení.

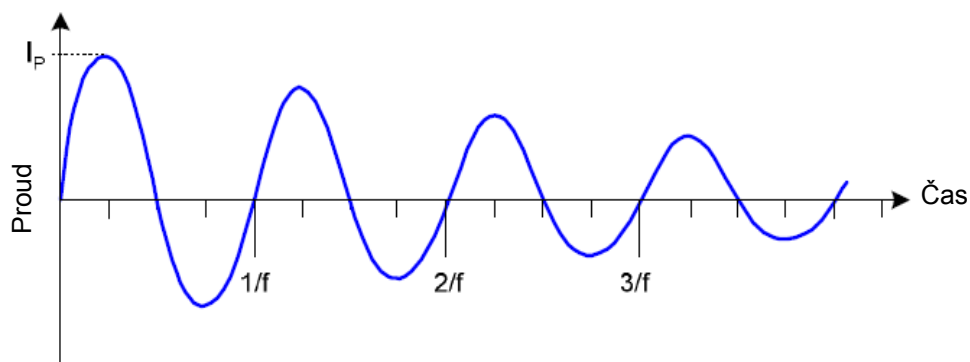
Následující zkušební postup provést na každém kabelovém svazku vedoucím ke konektorům zkoušeného zařízení, včetně všech napájecích kabelů. Zkoušku provést také na jednotlivých napájecích vodičích (zpětné a nulové vodiče není nutno zkoušet jednotlivě).

- 1) Zapnout zkušební a zkoušené zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- 2) Nastavit na generátoru tlumeného sinusového signálu zkušební kmitočet.
- 3) Přivádět zkušební signál postupně ke všem kabelům nebo napájecím vodičům. Pokud je to nutné, snižovat signál pro dosažení specifikovaného proudu. V případě stíněných kabelů nebo obvodů s nízkou impedancí může být nutné zvyšovat proud postupně pro omezení proudu. Zaznamenat dosaženou vrcholovou hodnotu proudu.
- 4) Sledovat chyby nebo poruchy funkce zkoušeného zařízení.
- 5) Kdykoliv se vyskytne porucha nebo změna funkce, určit prahovou úroveň podle postupu uvedeného v článku 8.6.6.10.4.3 a zkontrolovat, zda je vyšší než požadovaná úroveň.
- 6) Výše uvedené kroky 2) až 5) opakovat pro každý zkušební kmitočet podle požadavku.

8.6.24.3.5 Presentace výsledků

Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

- a) Vytvořit tabulku obsahující kmitočty a amplitudy, které byly použity pro zkoušky kabelů a vodičů.
- b) Pro každý konektor a napájecí vodič uvést údaje o všech prahových hodnotách susceptibility a příslušných kmitočtech, které byly zjištěny.
- c) Pro každý konektor provést ověření shody s požadavky pro vyhodnocení susceptibility specifikované v kroku c) článku 8.6.24.3.4.
- d) Vytvořit fotografii nebo náčrt injektovaného zkušebního průběhu zobrazeného osciloskopem.



POZNÁMKY

1 Normalizovaný průběh: $e^{-(\pi t)/Q} \sin(2\pi f t)$

kde

f = kmitočet (Hz),

t = čas (s),

Q = činitel tlumení, 15 ± 5 .

2 Činitel tlumení (Q) se musí určit následovně:

$$Q = \frac{\pi(N-1)}{\ln\left(\frac{I_p}{I_N}\right)}$$

kde

Q = činitel tlumení,

N = počet cyklů (tj. $N = 2, 3, 4, 5, \dots$),

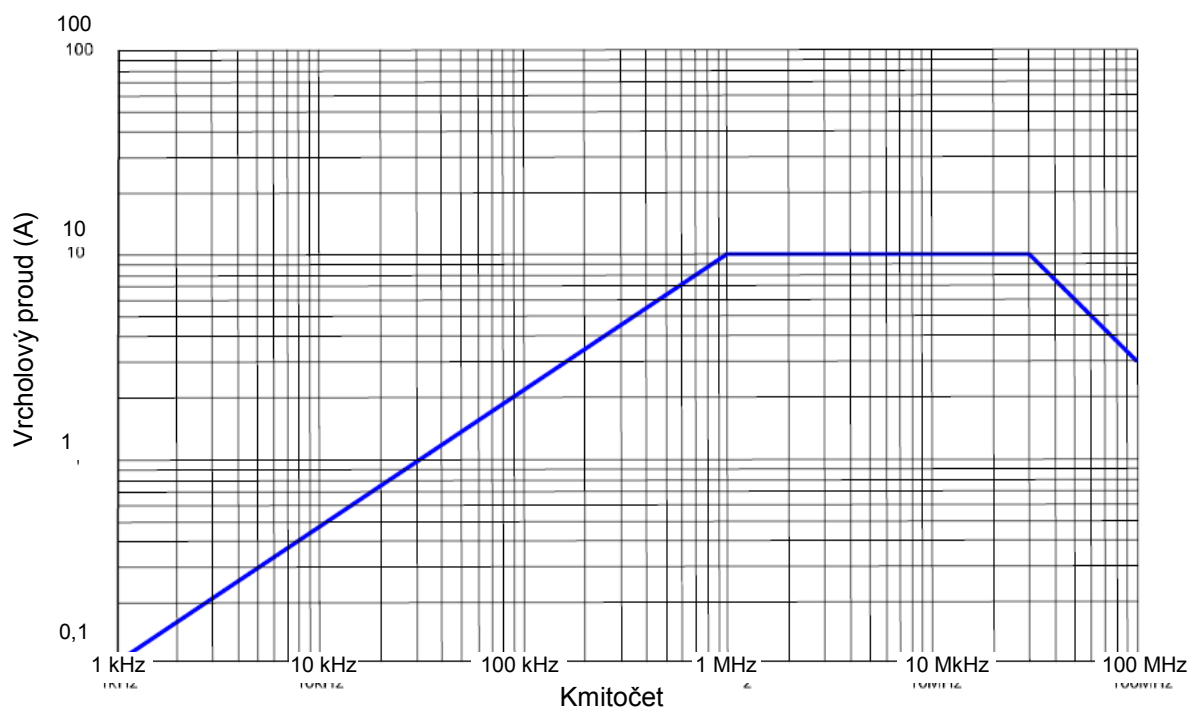
I_p = vrcholový proud prvního cyklu,

I_N = vrcholový proud cyklu, který se nejvíc blíží 50 %,

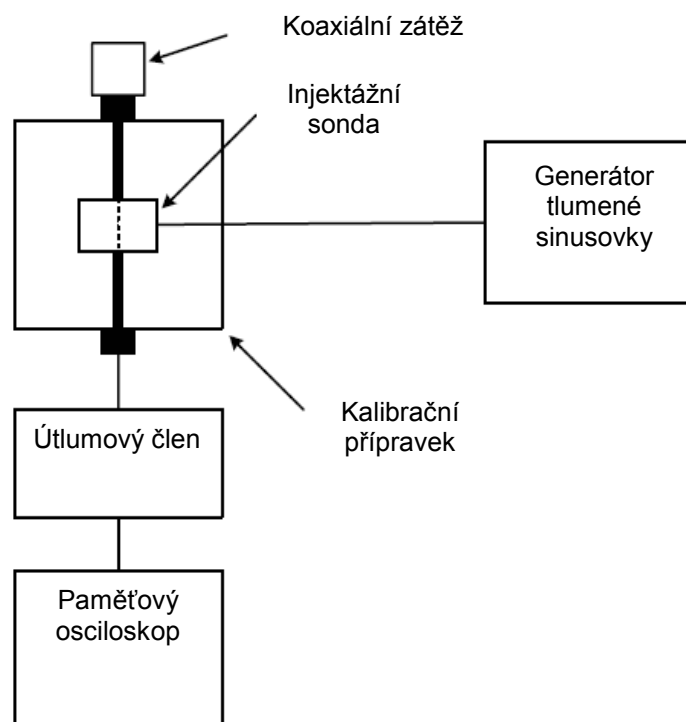
\ln = přirozený logaritmus.

3 I_p podle specifikace na obr. NCS09-2.

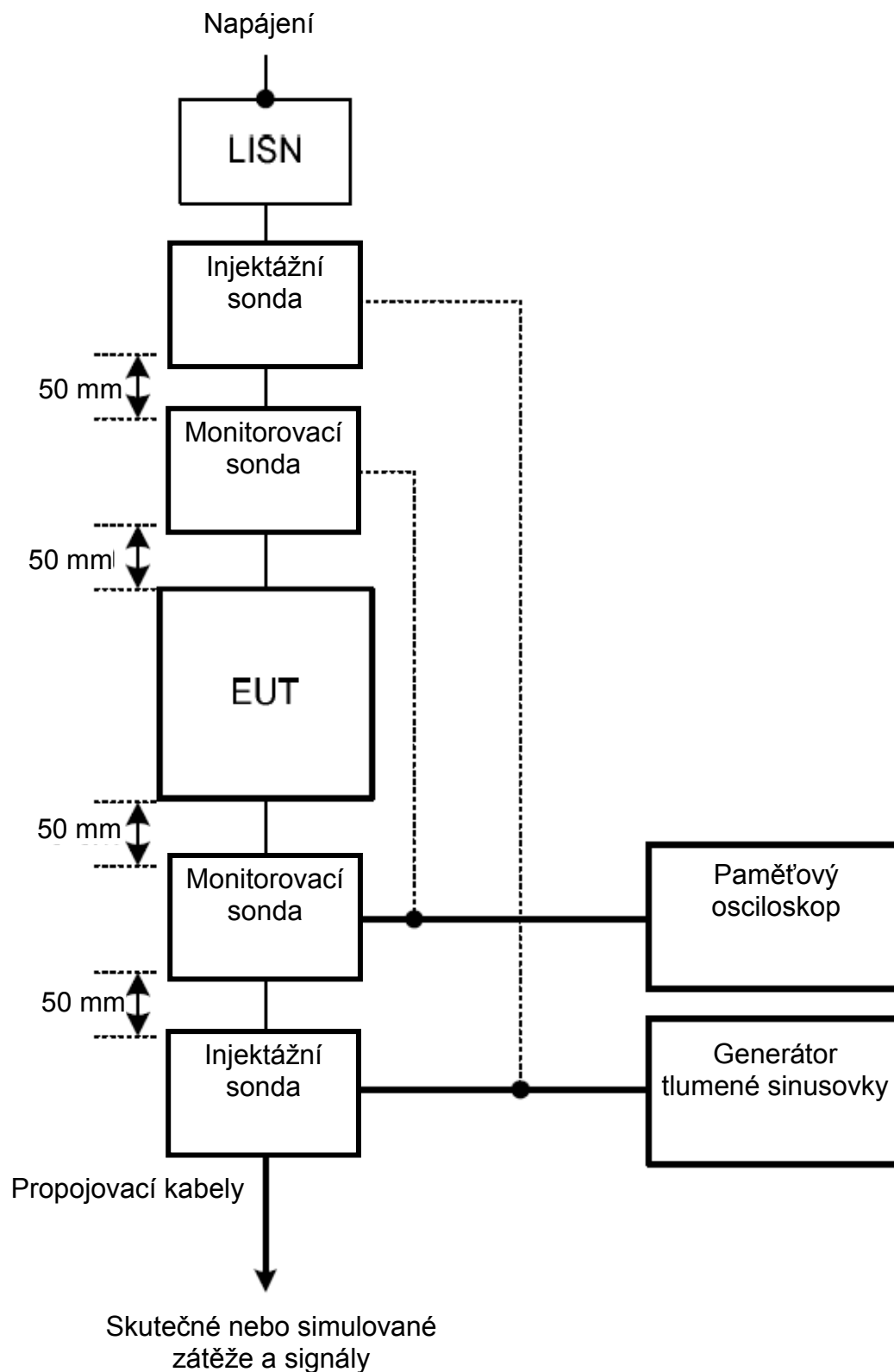
OBRÁZEK NCS09-1 – Typický průběh tlumeného sinusového signálu NCS09



OBRÁZEK NCS09-2 – Meze NCS09 pro všechny aplikace



OBRÁZEK NCS09-3 – Typické uspořádání při kalibraci zkušebního průběhu



OBRÁZEK NCS09-4 – Typické uspořádání při injektáži tlumené sinusovky do kabelového svazku

8.6.25 NCS10 – Susceptibilita na vedené emise, přímý výboj blesku (letadla/výzbroj)

8.6.25.1 Použitelnost NCS10

Zkouška je použitelná pro všechna zařízení, která obsahující elektronické a aktivní součástky, zvláště nelineární, jako jsou tranzistory nebo integrované obvody atd. a jsou určena pro použití v letadlech nebo pro leteckou zabezpečovací techniku umístěnou

na zemi nebo lodi, která může mít z hlediska letové bezpečnosti zásadní vliv na provoz letadla. Uvažovat se musí také ostatní typy zařízení jako, jsou motory, generátory, relé, cívky a transformátory s přihlédnutím k jejich funkci a zranitelnosti.

Protože existuje těsná vazba mezi požadavky návrhu pro ochranu proti nepřímým účinkům blesku (GIE) a proti jadernému elektromagnetickému impulzu (NEMP), musí plán ochrany proti účinkům blesku zahrnovat také požadavky EMC a pokud se uvažují,

také požadavky NEMP. Požadavky na ochranu proti blesku se musí koordinovat s ostatními požadavky a jakékoliv neshody v požadavcích se musí pro konkrétní případy uvést v odhadech rizik a návrzích pro řešení těchto neshod.

Zátěže rozhraní a zařízení musí, s ohledem na zemnění a spojování, odpovídat skutečné instalaci včetně montážních přípravků.

Zkušební úrovně používané pro zařízení závisí na umístění a poloze instalovaného zařízení. Maximální amplitudy zkušebních průběhů se volí podle kategorií zařízení A – D jak je uvedeno v tabulce NCS10-1.

Pokud jsou dvě libovolné jednotky zkoušeného zařízení umístěny ve vzdálenosti menší než 0,5 m a jejich zemnicí propojovací body jsou součástí stejné části struktury letadla, pak se jejich zkoušky nemusí provádět odděleně. V takovém případě se obě jednotky uvažují jako jedno zkoušené zařízení se zemnicími propojovacími vodiči spojenými dohromady a zkouší se s ohledem na ostatní jednotky tvořící zkoušené zařízení.

Pokud jsou dvě libovolné jednotky zkoušeného zařízení umístěny ve vzdálenosti menší než 0,5 m a jejich zemnicí propojovací body nejsou součástí stejné části struktury letadla, pak se jejich zkoušky musí provádět odděleně.

Některá rozsáhlejší zkoušená zařízení mohou vyžadovat vyjasnění zkušební metody a odsouhlasení zkušebních plánů a postupů projekčních kanceláří.

Zkoušený objekt musí obsahovat všechny části zařízení obsažených v systému, všechny propojovací svazky vodičů a všechny snímače, které do systému přivádějí důležité údaje. Některé části zařízení je možno vynechat, pokud se jejich funkce může nahradit simulovaným vstupem, zátěží nebo se mohou připojit k diagnostickému zařízení tak, že jejich nahrazení nemá vliv na susceptibilitu systému vůči účinkům blesku. Všechna výše popsaná nahrazení se musí uvést ve zkušebním plánu a musí být před provedením zkoušky schváleny certifikačním orgánem. V závislosti na důležitosti snímačů se mohou vyžadovat jejich samostatné zkoušky. Podrobnější informace jsou uvedeny v článku 8.6.9.15.

8.6.25.2 Mezní hodnoty NCS10

Mezní hodnoty jsou uvedené v tabulce NCS10-1.

TABULKA NCS10-1 – Mezní vrcholové amplitudy průběhu

Kategorie	Vrcholové amplitudy průběhů, proud a napětí					
	Krátký		Střední		Dlouhý	
	(V)	(A)	(V)	(A)	(V)	(A)
A	125	250	125	250	N/A	N/A
B	300	600	300	600	2 000	1 000
C	750	1 500	750	1 500	2 000	3 000
D	1 600	3 200	1 600	3 200	2 000	10 000

POZNÁMKA Některé části zkoušeného zařízení mají velmi nízkou impedanci (stíněné kabely) a některé mají vysokou impedanci (nestíněné kabely). Kabely s nízkou impedancí budou produkovat vysoké proudy (až 10 000 A) a na výstupu kabelů s vysokou impedancí se budou indukovat vysoké úrovně napětí. Je důležité si uvědomit, že požadované mezní hodnoty úrovně se dosáhnou buď vrcholovým proudem, nebo napětím.

Když zkušební zařízení používá pro zkoušku dlouhý průběh a napěťová mez se dosáhne před proudovou mezní hodnotou, musí se zkouška přerušit a doporučuje se použití středního průběhu pro kategorii D.

8.6.25.3 Zkušební postup NCS10

8.6.25.3.1 Účel

Přímý úder blesku do letadla bude mít za následek indukci elektrických přechodových jevů do vodičů zařízení, včetně zemnicích pásků zkoušeného zařízení. Účelem zkoušky je zjistit, zda napětí přechodových jevů nezpůsobí poškození, poruchy funkce nebo nepřijatelné zhoršení funkce zařízení. Zkušební kritéria se musí uvést ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP).

POZNÁMKA Zkoušky NCE01 a NCE05 se musí provést před provedením této zkoušky a po ní. Podrobnější informace je možno najít v článku 8.6.6.10.4.4.

8.6.25.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) Impulzní generátor: Impulzní generátor produkuje samostatný jednosměrný proudový impulz, který se injektuje do zemního spojovacího vodiče, pro simulaci proudu indukovaného jako důsledek přímého úderu blesku do letadla. Specifikují se tři druhy impulzů, které se označují jako „krátký“, „střední“ a „dlouhý“. Liší se od sebe vzestupnou dobou a délkou trvání a jsou vyobrazeny na obrázku NCS10-1. Specifické charakteristiky generátoru jsou následující:

- 1) Impulzní charakteristiky v tabulce NCS10-2 specifikují výstupní průběh požadovaný pro každý typ impulzního generátoru a ukazují maximální

vrcholový zkratový proud a maximální vrcholovou hodnotu napětí při nezatíženém výstupu.

- 2) Zařízení pro omezení amplitudy určené pro funkci v elektromagnetickém prostředí vyžaduje zkoušky s vysokými úrovněmi proudu a napětí uvedenými v tabulce NCS10-2. U zařízení, které bude pracovat v chráněném elektromagnetickém prostředí se zkušební proud a napětí pro krátký a střední impulz snižuje o činitel 13 pro „krátký“ a „střední“ impulz. Proud u dlouhého impulzu se snižuje o činitel 10, ale snížení neplatí pro napětí zkratovaného výstupu. Řízení amplitudy pro dosažení jiných zkušebních úrovní je důležité pro dosažení požadovaného průběhu.
- 3) Provedení generátoru. Pro každý typ průběhu se doporučuje použít samostatný generátor.

Výstupní parametry generátoru uvedené v tabulce NCS10-2 se musí ověřit. Výstupní impedance zdroje se musí ověřit na výstupních svorkách a všechny ostatní parametry se musí ověřit po připojení výstupních vodičů ke zkoušenému zařízení. Požaduje se ověření průběhu s kladnou i zápornou polaritou. Výstupní vodiče musí být z mědi, jejich délka nesmí přesáhnout 75 mm a průřez musí být 25 mm × 2 mm.

TABULKA NCS10-2 – Impulzní průběhy a výstupní charakteristiky

Trvání impulzu	Krátký	Střední	Dlouhý
Vzestupná doba pro dosažení vrcholové hodnoty (μs)	0,1 (viz poznámka 1)	6,4	50
Sestupná doba pro dosažení nuly od spuštění (μs)	6,4 (viz poznámka 2)	-	-
Sestupná doba pro dosažení 50 % vrcholové hodnoty (μs)		70	70
Max. zkratový proud (kA)	0,32	1	10
Max. napětí nezatíženého vstupu (kV)	1,6	5	2,0
Impedance zdrojového generátoru (Ω)	5,0	5	0,2

POZNÁMKY

- 1 Toto je maximální doba pro dosažení vrcholové amplitudy. Všechny ostatní časy jsou v toleranci $\pm 20\%$.
- 2 Po dosažení nulové hodnoty je povolený překmit, který však nesmí být větší než 20 % vrcholové amplitudy.
 - b) Osciloskop
 - c) Monitor proudu
 - d) Kondenzátor 30 000 μF

- e) Proudová injektážní sonda
- f) LISN 5 μ H

8.6.25.3.3 Provedení

8.6.25.3.3.1 Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Typické uspořádání při zkoušce je na obrázku NCS10-4. Zkoušené zařízení musí být funkční a uspořádáno tak, jak bude umístěno při skutečné instalaci. Při použití LISN je třeba zkontrolovat, zda zkušební proudy a napětí použité při zkoušce nepřekročí povolené pracovní parametry LISN.
- b) Zkoušené zařízení se musí izolovat od zemní plochy za použití izolačního materiálu o síle 50 mm, který odolává použitým zkušebními proudům a napětím.
- c) Pokud se při zkoušce používá pomocné zařízení nebo další jednotky, které nejsou předmětem zkoušky, musí se zajistit, aby způsob zemnění a spojování byl v souladu s instalací v letadle. Tím se zajistí, že injektovaný proud a napětí se ve zkoušeném zařízení rozloží odpovídajícím způsobem. Musí se také zajistit, aby zařízení, která nejsou předmětem zkoušky, nebyla při zkoušce ovlivněna a nezvyšovala tak chybové podmínky.
- d) Rozložení kabelových svazků se musí provést takovým způsobem, aby se minimalizovaly jakékoliv nereprezentativní indukční vazby, tj. svazky se musí rozmístit tak, jak tomu bude v instalaci letadla.
- e) Pro každou jednotku zkoušeného zařízení se musí identifikovat hlavní zemnicí bod.
- f) Odpojit všechny místní zemnicí vodiče zkoušeného zařízení od zemní plochy zkušebního místa, tzn. všechny zemnicí pásy, ochranné zemnění, signálové zemnění atd. o kterých se předpokládá, že budou přizemněny ve stejné části struktury letadla ve vzdálenosti menší než 0,5 m od zkoušeného zařízení.
- g) Impulzní generátor připojit mezi zemní plochou zkušebního místa a izolovaný zemní bod pomocí stejných vodičů, které se používaly při kalibraci.

8.6.25.3.3.2 Provozní režim(y) systému

Provozní režimy systému se musí určit před zkouškou. Často se požaduje několik zkušebních režimů (tj. pro plně automatizované digitální elektronické ovládání (FADEC), vzlet, vlastní let), které se musí zvolit tak, aby se ověřily všechny důležité aspekty systému. Použité režimy a jasné zdůvodnění jejich použití se musí uvést ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP).

8.6.25.3.3.3 Konfigurace systému

Pokud je to prakticky možné, musí být uspořádání ovládacích vodičů, jejich délka, rozložení systému a zemnění shodné s předpokládanou instalací.

8.6.25.3.3.4 Svorky externího zemnění

Pokud zkoušené zařízení obsahuje vnější připojení k zemnímu potenciálu, musí být tato svorka připojena k zemní ploše, pro zajištění bezpečného provozu zařízení během zkoušky. V opačném případě se musí tato skutečnost uvést ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP). Musí se také použít délka zemnění předepsaná v instalační příručce. Pokud není délka zemnění definovaná, musí se použít asi 0,3 m dlouhý zemní pásek.

8.6.25.3.3.5 Propojení kabelových svazků

- a) Veškeré propojení zkoušeného zařízení (např. stíněné vodiče, kroucené vodiče atd.) kabelových svazků a RF přenosových vedení se musí provést ve shodě s předpokládanou instalací a s rozložením podle schématu kabeláže. Fyzické rozměry a elektrické vlastnosti uspořádání kabelových svazků se musí co nejvíce přibližovat skutečné instalaci. Tam kde je to prakticky možné, se musí použít uspořádání kabelových svazků podle skutečné instalace.
- b) Kabeláž musí být svazkována způsobem, který odpovídá skutečné instalaci v letadle a musí se umístit na distanční izolační podložky ve výšce 50 mm nad zemní plochou. Při uspořádání všech kabelových svazků se musí jednotlivé svazky a propojené zátěže umístit tak, aby byly od sebe co nejvíc vzdáleny pro minimalizaci vazebních mechanismů mezi nimi.
- c) Pokud není určeno jinak, musí být kabelové svazky dlouhé nejméně 3,3 m. Pokud jsou kabelové svazky delší než zkušební stůl, musí se na potřebnou délku upravit jejich přeložením systémem „cik-cak“ na zadní straně zkušebního stolu a umístit 50 mm nad zemní plochou.
- d) Některé instalace vyžadují velmi dlouhé propojovací kabelové svazky, které není možno na zkušební stůl umístit. V takovém případě se doporučuje, aby maximální délka nepřesáhla 15 m. Výjimkou je případ, kdy je délka kabelového svazku srovnatelná nebo daná konkrétní délkou pro přizpůsobení fáze nebo z podobných důvodů.

8.6.25.3.3.6 Napájecí vodiče

- a) Pokud jsou napájecí a zpětné vodiče umístěny ve svazku s řídicími/signálovými vodiči, musí tak být umístěny i při zkoušce a ze svazku se oddělují pouze v případě, že je tomu tak i při skutečné instalaci. Tyto vodiče se pak nesmí připojovat k LISN.
- b) Pokud není skutečné uspořádání kabelových svazků v letadle známé, nebo když jsou napájecí a/nebo zpětné vodiče vedeny odděleně od kabelových svazků s řídicími/signálovými vodiči, mohou se napájecí

vodiče oddělit od kabelového svazku blízko konektoru zkoušeného zařízení a vést k LISN samostatně. Za těchto podmínek nesmí délka vodičů vedoucích k LISN přesáhnout 1 m, pokud není v instalačním návodu zařízení určeno jinak.

- c) Pokud je zpětný vodič připojen k místní zemi (a je kratší než 1 m), může být tento vodič připojen přímo ke zkušebnímu stolu ve shodě s požadavky na instalaci uvedenými v instalačním návodu nebo kabelážním plánu.

8.6.25.3.3.7 Pomocná zařízení a zátěže

- a) Kabelové svazky se musí v ideálním případě zkoušet ve spojení s plně funkčním zařízením. Zkoušené zařízení musí být zatíženo skutečnými zátěžemi.
- b) Pokud je třeba zátěže simulovat, je nutné, aby simulované elektrické, elektronické a/nebo elektromechanické charakteristiky zátěže odpovídaly instalaci v letadle. Aby nedošlo ke změnám rozložení napětí a proudů v kabelovém svazku, musí elektrické/elektronické zátěže simulovat skutečné impedance mezi vodiči a mezi vodiči a zemí (včetně bludných kapacit) jak je to nejvíc možné.
- c) Při uspořádání zkoušky je nutno postupovat opatrně, aby simulované zátěže a monitorovací zařízení nezpůsobovaly změnu susceptibility nebo odolnosti zkoušeného zařízení. Pomocná zařízení se musí před účinky zkušebních signálů chránit, aby nedošlo k jejich poškození nebo zničení.

8.6.25.3.3.8 Náhradní anténa nebo zátěž

Pro zkušební účely musí být anténní kabely zakončeny zátěží, která odpovídá charakteristické impedanci kabelu nebo náhradní anténou. Pokud se používá náhradní anténa, musí být tato stíněná a navržena tak, aby se její elektrické parametry co nejvíce přibližovaly skutečné anténě. Musí také obsahovat stejné elektrické součástky, které se normálně používají ve skutečné anténě, jako jsou filtry, krystalové diody, synchronizátory nebo motory.

8.6.25.3.4 Postup

Sledovat se musí následující bezpečnostní činitele:

- a) Impulzní generátor používaný při zkoušce, produkuje životu nebezpečné napětí a při jeho používání se musí dodržovat odpovídající bezpečnostní opatření. Všechny osoby, které se zkoušky zúčastňují, musí být poučeny o nebezpečí a schválených bezpečnostních pravidlech, platných pro zkušebnu.
- b) Při zkoušce, kdy se jako zkušební signál používá dlouhý impulz, může u osob v blízkosti zkoušeného zařízení dojít k ohrožení zraku. U některých součástí může dojít k explozi a ohrožení střepinami může působit i na vzdálenost několik metrů.

- c) Některé typy impulzních generátorů mohou při spuštění produkovat vysoké intenzity zvuku. Obsluha musí být s tímto nebezpečím seznámena a musí používat chrániče sluchu.

8.6.25.3.4.1 Ověření funkce generátoru

- a) Připojit generátor k primárnímu vinutí injektážního transformátoru, viz obrázek NCS10-5.
- b) U každého generátoru zaznamenat průběh napětí s kalibrační smyčkou přerušenou a průběh proudu s kalibrační smyčkou zkratovanou. Pro ověření zkoušky jednotlivými rázy, identifikovat odpovídající parametry tvaru průběhu podle obrázku NCS10-1 a ověřit, že byla dosažena maximální navržená zkušební úroveň (kA nebo kV) podle tabulky CS10- 1.

8.6.25.3.4.2 Zkušební postup

- a) Zapnout zkoušené zařízení a nastavit režim provozu uvedený ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP).
- b) Spustit zkušební generátor a postupně zvyšovat výstupní signál od nuly až po zkušební mez s krokem, který nepřesahuje 10 % požadované mezní zkušební úrovně. V každém kroku použít nejméně 3 zkušební průběhy s časovým odstupem nejméně 8 s.
- c) Pokud se vyskytne porucha funkce, zaznamenat použitý zkušební vrcholový proud a úroveň napětí.
- d) Pokud k poruše nebo snížení funkce nedojde, pokračovat ve zvyšování úrovně na výstupu generátoru, dokud se nedosáhne požadované vrcholové mezní zkušební úrovně proudu nebo napětí a pak provést 10 zkušebních průběhů s časovým odstupem nejméně 8 s v intervalu kratším než 2 min. Zaznamenat typický soubor průběhů proudů a napětí, které se objeví mezi krytem zařízení a zemí.
- e) Výše uvedený postup opakovat pro impulzy opačné polarity.

8.6.25.3.4.3 Použití zkušebních průběhů

Krátký průběh se musí použít pro všechna zkoušená zařízení. Jestliže se předpokládá umístění zkoušeného zařízení do letadla s dobře propojenou, celokovovou strukturou s nízkou impedancí, pak se musí vedle krátkého použít i střední impulz.

Pokud se předpokládá umístění zkoušeného zařízení do rozlehlého prostoru z kompozitního materiálu z uhlíkových vláken (CFC) nebo do instalace, kde jsou propojovací kabely vedeny v prostorech chráněných karbonovými panely, pak se musí vedle středního impulzu použít při zkoušce i dlouhý impulz.

Pokud není známo, kam se bude zkoušené zařízení instalovat, pak je nutno provést rozbor s odpovědným projekčním orgánem.

Existují čtyři zkušební kategorie:

- a) **CAT A** – Zařízení a kabeláž jsou umístěny v chráněném elektromagnetickém prostředí, jako je např. celkově uzavřený prostor v letadle s kovovým trupem.
- b) **CAT B** – Zařízení a kabeláž jsou umístěny v částečně chráněném elektromagnetickém prostředí, jako je např. pilotní kabina letadla s velkou kovovou strukturou.
- c) **CAT C** – Zařízení a kabeláž jsou spojeny ve stejné části struktury letadla a instalovány v elektromagnetickém prostředí, kde jsou velké části trupu letadla vyrobené z málo vodivého nebo materiálu z uhlíkových vláken (CFC).
- d) **CAT D** – Zařízení a kabeláž jsou spojeny v různých částech struktury letadla a instalovány v elektromagnetickém prostředí, kde jsou velké části trupu letadla vyrobené z málo vodivého materiálu nebo z uhlíkových vláken (CFC).

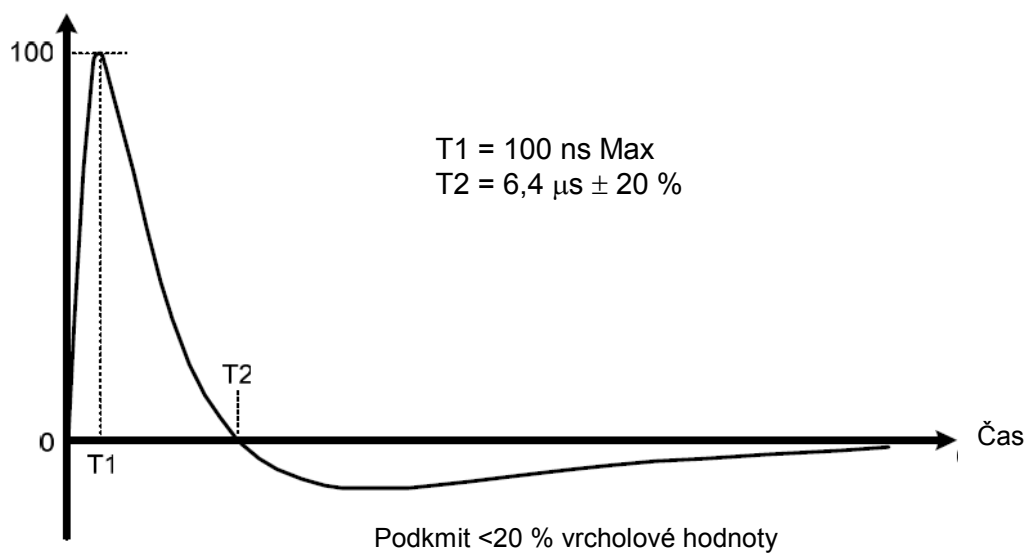
Pokud je možno zařízení a kabeláž zařadit do více výše uvedených kategorií, musí se použít zkušební úrovně přiřazené těmto kategoriím.

8.6.25.3.5 Prezentace výsledků

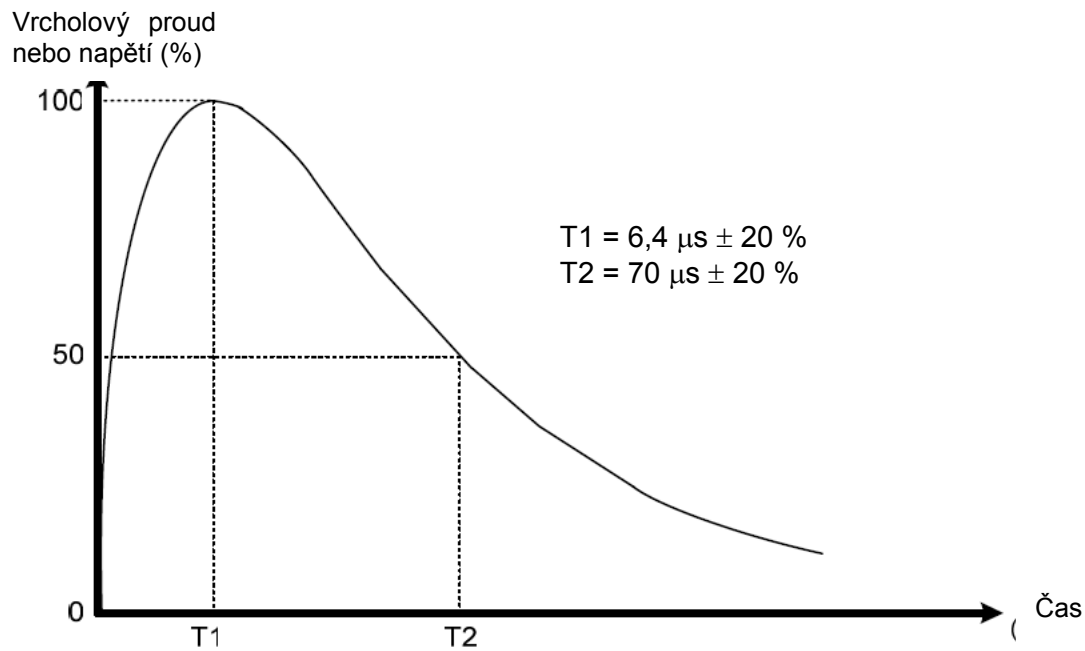
Výsledky je nutno prezentovat následujícím způsobem:

- a) Při zkoušce je nutno prozkoumat všechny poruchy funkce, chyby nebo poškození zařízení a výsledky zaznamenat do zkušebního protokolu. Pokud je to nutné je třeba provést fotografickou dokumentaci poškození.
- b) Pokud se v protokolu ze zkoušky používají osciloskopické průběhy indukovaných průběhů, musí každý průběh obsahovat minimálně následující údaje:
 - (1) Podrobný popis zkoušených kabelů.
 - (2) Režim provozu zkoušeného zařízení.
 - (3) Měřítka napěťové osy X.
 - (4) Měřítka časové osy Y.
 - (5) Polaritu zkušebního signálu.
 - (6) Dosažené úrovně amplitud.

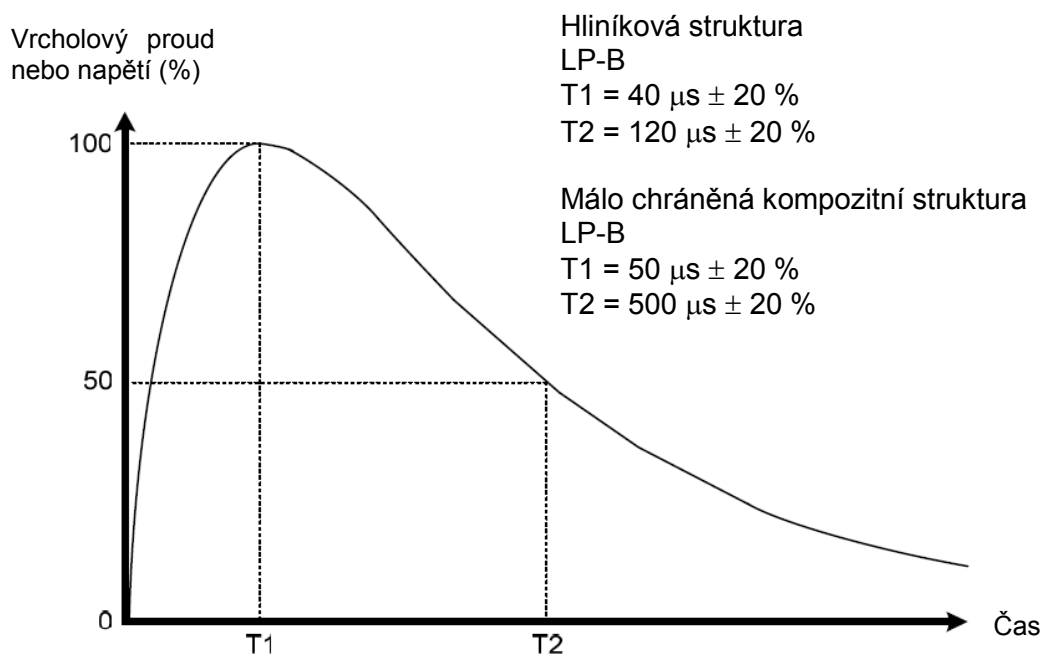
Vrcholový proud
nebo napětí (%)



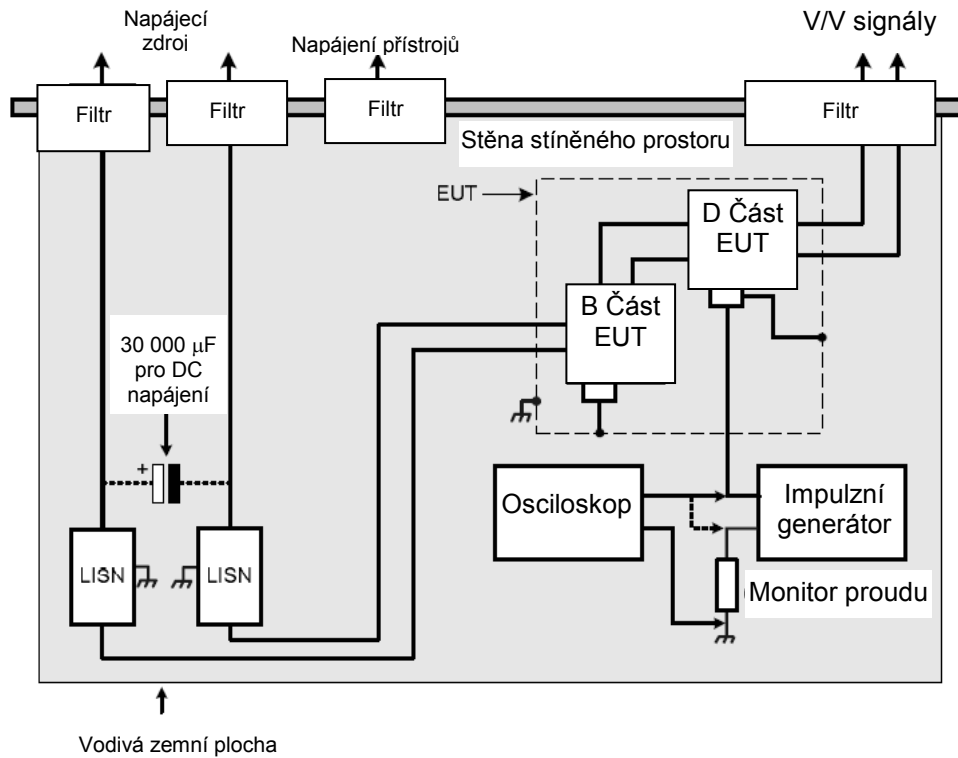
OBRÁZEK NCS10-1 – Krátký průběh



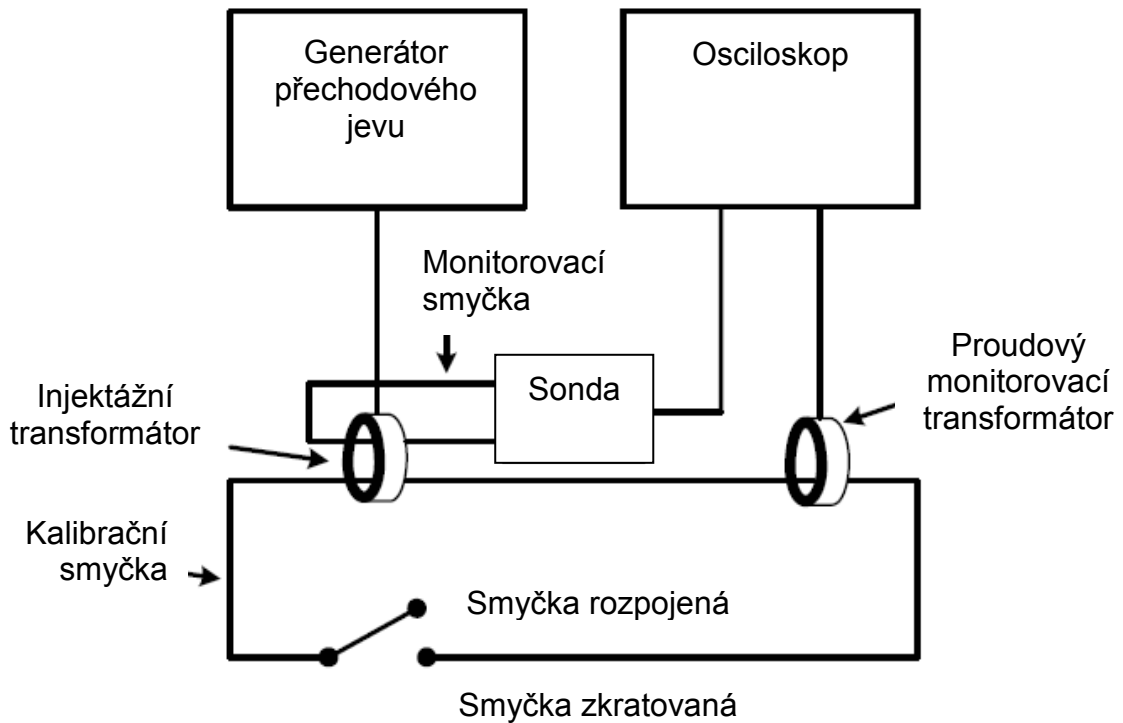
OBRÁZEK NCS10-2 – Střední průběh



OBRÁZEK NCS10-3 – Dlouhý průběh



OBRÁZEK NCS10-4 – Typické uspořádání zkoušky



OBRÁZEK NCS10-5 – Typické nastavení pro ověření generátoru

8.6.26 NCS11 – Susceptibilita na vedené emise, přivedený nízký kmitočet, susceptibilita napájecích vodičů (námořní systémy)

8.6.26.1 Použitelnost NCS11

Zkouška se používá pro všechna zařízení umístěná v prostředí námořních systémů a připojená k napájecím zdrojům lodí nebo ponorek. Kladně nebo záporně začínající tlumené sinusové průběhy v rozmezí kmitočtů 10 kHz až 16 kHz se používají pro jednotlivé napájecí kabely zkoušeného zařízení, pro střídavé (AC) i stejnosměrné (DC) napájení. Předmětem této zkoušky jsou také bateriemi napájená zařízení, která se během provozu mohou připojit ke zdroji umístěnému v instalaci, např. během nabíjení baterií. Podrobnější informace jsou uvedeny v článku 8.6.9.16.

8.6.26.2 Mezní hodnoty NCS11

Zkoušené zařízení musí pokračovat ve správné funkci, během a po použití zkušebních signálů, jejichž úrovně jsou specifikovány v tabulce NCS11-1.

POZNÁMKA Jestliže se vstupní impedance zkoušeného zařízení a LISN zapojených za sebou liší na zkušebním kmitočtu o $10 \Omega \pm 5 \%$, může být po aplikaci zkušebního signálu na zkoušené zařízení, vrcholová hodnota napětí zaznamenaná osciloskopem jiná než při kalibraci generátoru.

TABULKA NCS11-1 – Úrovně použitých přechodových jevů

Napájecí napětí EUT (V)	Vrcholové napětí na rezistoru 10Ω (V)
440 V (60 Hz) 170 – 720 V DC	$2\,500 \pm 15 \%$
115 V 60/400 Hz	$750 \pm 10 \%$
24 V DC	$600 \pm 10 \%$

8.6.26.3 Zkušební postup NCS11

8.6.26.3.1 Účel

Účelem zkoušky je potvrdit, že zkoušené zařízení bude odolávat přivedeným nízkým kmitočtům vnucených napájecím zdrojem. Zkouška simuluje napětí přechodových jevů pozorovaných při spínání strojů a jiných zátěží v napájecích systémech lodí a ponorek.

8.6.26.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- generátor přechodového jevu,
- diferenciální sonda osciloskopu,
- osciloskop,
- rezistor $10 \Omega \pm 5 \%$,
- LISN $5 \mu\text{H}$,

- f) kondenzátor 30 000 μ F.

8.6.26.3.3 Charakteristiky generátoru

Generátor se používá pro simulování přivedeného tlumeného sinusového signálu s nízkým kmitočtem, vnuceného do napájecích vodičů. Generátor musí mít na výstupu transformátor, jehož sekundární vinutí je zapojeno v sérii se zkoušeným zařízením. Generátor musí být schopen produkovat tři různá pevná výstupní napětí. Specifické charakteristiky výstupu generátoru při zakončení sekundárního vinutí transformátoru rezistorem $10 \Omega \pm 5 \%$ s nízkou indukčností, jsou uvedeny v tabulce NCS11-2 a jejich typický průběh je na obrázcích NCS11-1 a NCS11-2.

TABULKA NCS11-2 – Charakteristiky generátoru

Výstupní napětí (V_{pk}) $\pm 10 \%$ (Pozn.1)	600	750	2 500
Kmitočet (kHz) $\pm 10 \%$ (Pozn.2)	15,9	15,9	10,9
Relativní amplituda 3,5. cyklu (Pozn. 3)	0,6 až 0,8	0,6 až 0,9	0,2 až 0,3
Výstupní impedance (Ω) $\pm 10 \%$ (Pozn. 4)	0,15	0,4	2,5

POZNÁMKY

- 1 Specifikuje se jako amplituda poloviny prvního cyklu tj. V_{pk} .
- 2 Vypočte se z doby trvání prvních tří polovin cyklů.
- 3 Vypočte se podělením vrcholového napětí třetího cyklu hodnotou V_{pk} .
- 4 Specifikuje se jako hodnota rezistoru, který při zapojení k sekundárnímu vinutí, snižuje napětí na vinutí (amplituda první poloviny cyklu) na polovinu napětí nezátíženého výstupu.

8.6.26.3.4 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Typické uspořádání při zkoušce je na obrázku NCS11-3.
- b) Zkoušené zařízení musí být na zkušebním místě uspořádáno takovým způsobem, aby co nejpřesněji simulovalo skutečnou instalaci. Sekundární vinutí injektážního transformátoru se musí navinout na každý zkoušený vodič ze strany LISN.
- c) Před připojením sekundárního vinutí zkušebního generátoru se musí zkontrolovat jeho výstup zakončený rezistorem $10 \Omega \pm 5 \%$ s nízkou indukčností, zda odpovídá zkušebním úrovním uvedeným v tabulce NCS11-2.

8.6.26.3.5 Postup

Zkušební postup musí být následující:

- a) Před touto zkouškou se musí provést zkouška vedených emisí NCE01.
POZNÁMKA Pokud byla zkouška provedena jako součást ověřování, je možno ji uznat.

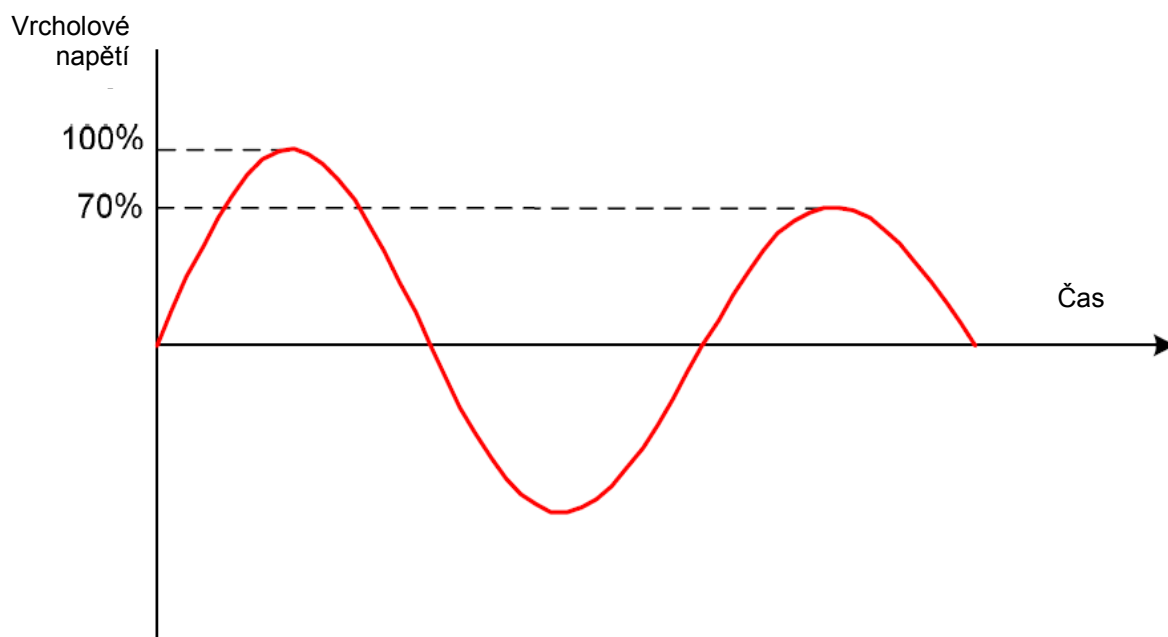
- b) Před aplikací zkušebních signálů se musí provést kontrola funkce zkoušeného zařízení, které je propojeno s generátorem do série.
- c) Každý napájecí vodič se musí podrobit dvanácti zkušebními průběhy začínajícími kladnou polaritou s nastavením výstupu generátoru podle napájecího napětí zkoušeného zařízení tak, jak je uvedeno v tabulce NCS11-3, následovaných dvanácti průběhy začínajícími zápornou polaritou. Jednotlivé zkušební průběhy se musí provádět v časových intervalech 2 až 5 s.
- d) Výstupní průběh generátoru se musí monitorovat na osciloskopu. Napětí a průběh indukovaný ve zkoušeném kabelu se musí uvést v protokolu ze zkoušky.
- e) Během každé aplikace zkušebního signálu se musí zkoušené zařízení sledovat z hlediska funkce, zda nedochází k poruchám nebo poškození, jak je definováno ve zkušebním plánu. Při zkouškách digitálních zařízení může být nutné použít pro detekci poruch větší počet zkušebních průběhů. Zkušební plán elektromagnetické interference (EMITP) musí obsahovat návod pro zachycení poruch během zkoušky.
- f) Po provedení všech zkušebních průběhů se musí opakovat zkouška NCE01, pro ověření, zda nedošlo k poškození žádného napájecího filtru. Výsledný profil vyzařování se musí porovnat s výsledkem získaným při měření před aplikací zkušebních signálů. Tímto způsobem je možno ověřit, zda během aplikace zkušebních průběhů nedošlo k poškození zkoušeného zařízení, hlavně filtrů nebo jiných součástí. Pokud dojde k významným změnám profilu vyzařování je zřejmé, že je nutno zkoušku hodnotit jako nevyhovující (FAIL) dokonce i v případě, že se emise vlivem zkoušky snížily.

POZNÁMKA Vyhodnocení vedených emisí se neposuzuje z hlediska mezních hodnot NCE01, ale z hlediska porovnání stavu vyzařování před a po zkoušce.

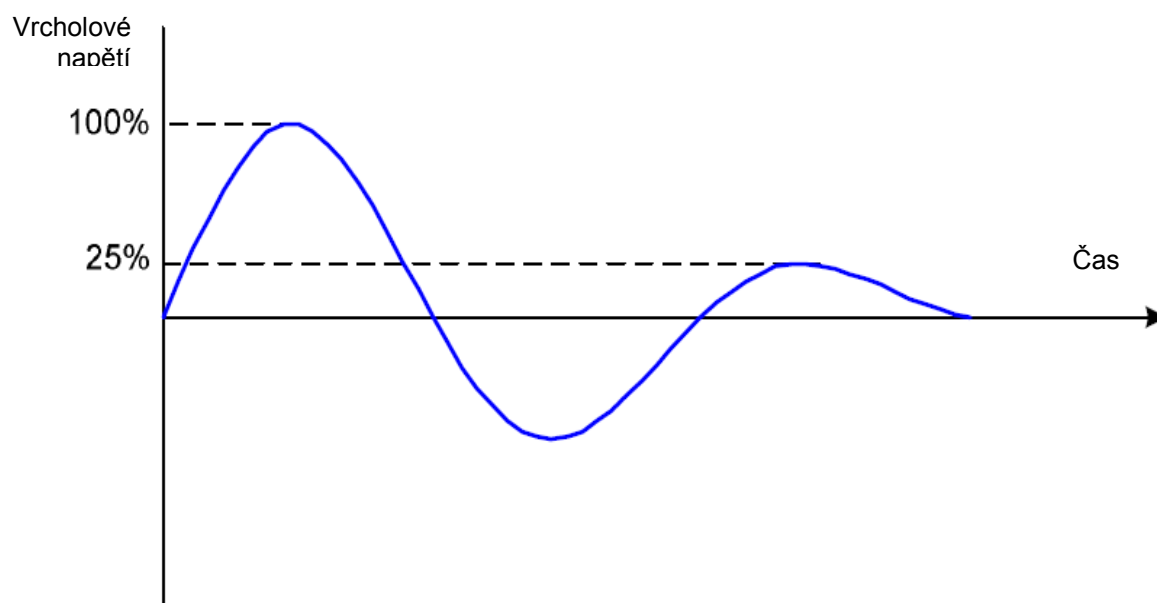
8.6.26.3.6 Prezentace výsledků

Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

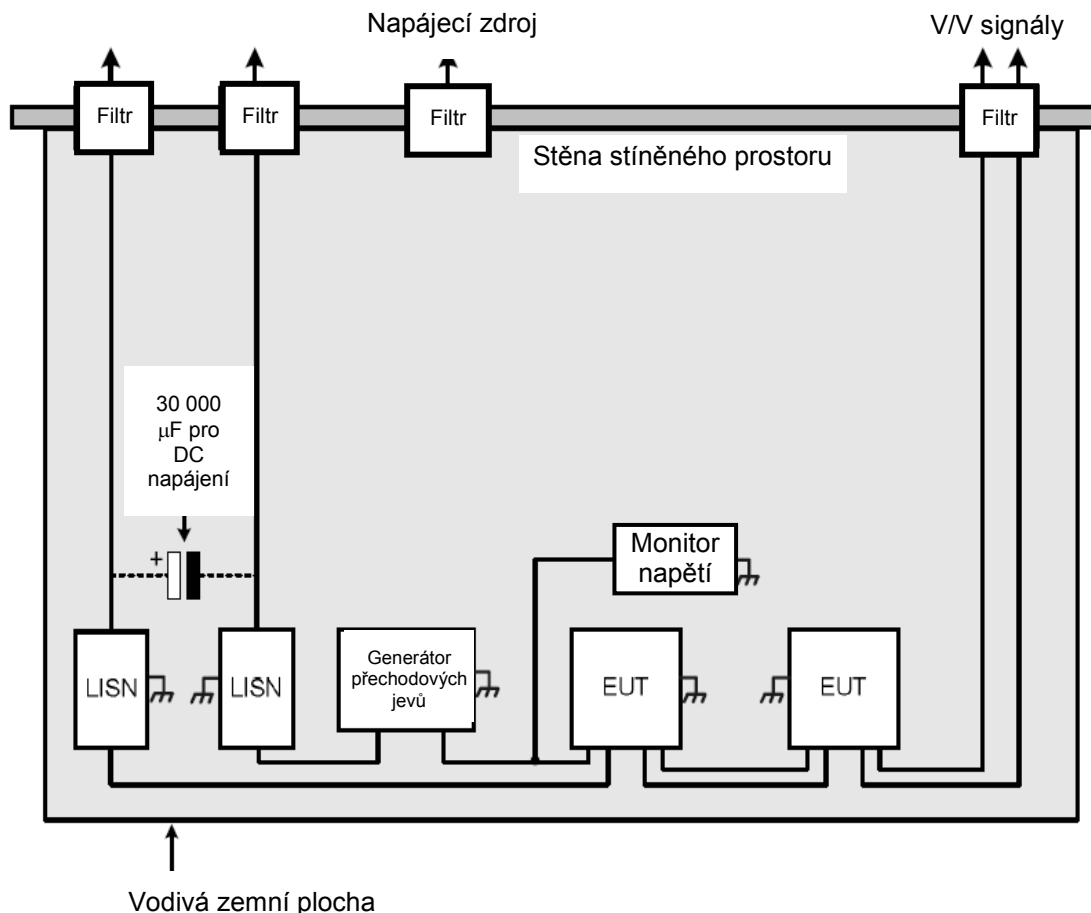
- a) Každé zhoršení funkce, chyba nebo poškození zařízení, se musí prozkoumat a zaznamenat do zkušebního protokolu.
- b) Pokud se ve zkušebním protokolu uvádí nákresy nebo fotografie průběhů indukovaných v napájecích vodičích, musí každý průběh obsahovat minimálně následující údaje:
 - (1) Podrobný popis zkoušeného kabelu.
 - (2) Provozní režim zkoušeného zařízení.
 - (3) Měřítka napěťové osy Y.
 - (4) Měřítka časové osy X.
 - (5) Polaritu zkušebního impulzu.



OBRÁZEK NCS11-1 – Typický zkušební průběh (600 V a 750 V)



OBRÁZEK NCS11-2 – Typický zkušební průběh (2 500 V)



OBRÁZEK NCS11-3 – Typické uspořádání při zkoušce

8.6.27 NCS12 – Elektrostatický výboj

8.6.27.1 Použitelnost NCS12

Účelem zkoušky je určit, zda elektrostatický výboj (ESD) přenesený do zařízení osobním kontaktem nepoškodí zkoušené zařízení, nebo zda nezpůsobí poruchu funkce nebo zhoršení výkonu.

Obvykle se elektrostatický výboj vytváří třením různých materiálů, jako je např. oblečení a neúmyslně se přenese do zařízení osobou přímým nebo nepřímým způsobem. Zkouška simuluje výše uvedený proces použitím vysokonapěťového generátoru, kondenzátoru a vybíjecí sondy.

Zkouška se používá pro všechna zařízení určená pro letecké aplikace, která obsahují elektronické a aktivní součástky, konkrétně nelineární prvky jako jsou tranzistory, integrované obvody atd. Dále se musí zkouška použít pro zařízení určená pro pozemní a námořní aplikace, pokud budou umístěna v klimatizovaném nebo chráněném prostředí.

Pomocné zkušební metody kontaktních technik pro přenos ESD zkušebního průběhu do zkoušeného zařízení, mezní hodnoty a klasifikace zařízení jsou uvedeny dále. Výboje jsou obvykle směřovány do bodů na předním panelu zkoušeného zařízení,

např. klávesnic, točítek, přepínačů, tlačítek, indikátorů LED, štěrbin, roštů, konektorů a libovolných kovových povrchových částí zkoušeného zařízení, které jsou elektricky odděleny od země. Specifické zkušební body je třeba podrobně popsat ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP). Pokud zkušební program specifikuje zkoušku nevodivých povrchů, musí se kontaktní metoda nahradit metodou výboje vzduchem.

Podrobnější informace jsou uvedeny v článku 8.6.9.17.

8.6.27.2 Mezní hodnoty NCS12

Zkoušené zařízení musí odolávat výše specifikovaným výbojům s napětím, které odpovídá kategorii do které je zařízení zařazeno, bez poruch funkce nebo rušení.

Pro použití v leteckých aplikacích se musí při zkoušce použít jedna ze dvou přísnějších úrovní v závislosti na kategorii zkoušeného zařízení:

- a) Kategorie A – Důležité z hlediska bezpečnosti osob (Safety critical). Charakteristika nebo funkce zařízení nebo systému, jehož chyba nebo nesprávná funkce má za následek přímé ohrožení života a/nebo ztrátu materiálu.
- b) Kategorie B – Důležité z hlediska splnění úkolu (Mission critical). Charakteristika nebo funkce zařízení nebo systému, jehož chyba nebo nesprávná funkce má za následek nesplnění bojového úkolu.

Zkouška elektrostatickým výbojem pro zařízení určená pro letecké aplikace, která nespádají do výše uvedených kategorií, se normálně nepožaduje, ale záleží na akvizičním orgánu.

Zařízení určené pro pozemní aplikace se musí podrobit zkoušce tam, kde se mohou vyskytnout při provozu elektrostatické výboje, tedy v extrémně suchém prostředí např. v poušti nebo klimatizovaných místnostech.

Normálně se u zařízení určených pro námořní aplikace zkouška neprovádí. Pokud je ovšem zařízení určeno do prostředí, kde může k elektrostatickým výbojům docházet, musí se zkouška provést.

Všechna zařízení, určená pro použití v prostředí učeben nebo kanceláří se musí této zkoušce podrobit.

TABULKA NCS12-1 – Použití vybíjecího napětí pro kategorie zařízení

Vybíjecí napětí (kV)	Kategorie A Důležité z hlediska bezpečnosti	Kategorie B Důležité z hlediska splnění bojového úkolu
2	ne	ano
4	ano	ano
6	ano	ano
8	ano	ne

POZNÁMKY

- 1 Pro zkoušky munice se musí použít zkušební úrovně a metody podle „Kategorie 508“
část 2 „Elektrostatický výboj, zkušební postupy pro munici“.
- 2 Pokud se používá metoda vzduchového výboje, musí se vedle úrovní uvedených v tabulce NCS12-1 pro obě kategorie navíc použít úroveň 15 kV.

8.6.27.3 Zkušební postup NCS12

8.6.27.3.1 Účel

ESD generátor je určen pro simulaci proudového impulzu, který nastává, když je nositelem náboje osoba a vybíjení se provádí dotykem osoby se zkušebním zařízením.

8.6.27.3.2 Zkušební zařízení

a) ESD Generátor – charakteristiky ESD generátoru

- 1) Základní provedení generátoru: Základní schéma generátoru je uvedeno na obrázku NCS12-1. Kondenzátor (C_s) se nabije na požadované napětí a pak se vybije přes sériový rezistor (R_d) a zkušební hrot metodou kontaktního nebo vzduchového výboje. V případě kontaktního výboje se zkušební hrot zkoušeného zařízení dotýká a výboj se spustí vybíjecím spínačem v generátoru. Při vzduchovém výboji se zkušební hrot přiblíží dostatečně blízko ke zkoušenému zařízení a výboj se spustí obloukem mezi hrotem a zkoušeným zařízením. Geometrie zkušebního hrotu pro kontaktní a vzduchový výboj je uvedena na obrázku NCS12-2.
- 2) Výstupní průběh: Výstupní průběh proudu při výboji přes kalibrační vybíjecí rezistor 2Ω je definován dobou náběhu vrcholové hodnoty. Proud v procentuálním měřítku vzhledem k vrcholové hodnotě se musí měřit 30 ns po spuštění průběhu a pak 60 ns po spuštění průběhu. Typický průběh je uveden na obrázku NCS12-3. Doba náběhu (mezi 10 % a 90 % vrcholové amplitudy) musí být v intervalu 0,7 ns a 1,0 ns, jmenovitý proud v čase 30 ns je 53 % vrcholové amplitudy a v čase 60 ns 27 % vrcholové amplitudy. Výstupní průběh generátoru závisí hlavně na indukčnosti zemního vodiče generátoru. Z tohoto důvodu se musí pro kalibraci i zkoušku použít stejný vodič, ve stejné konfiguraci. Je důležité, aby zkušební osciloskop (minimální doporučená šířka pásma je 1 GHz) byl odpovídajícím způsobem odstíněn od energie vyzařované z elektrostatického výboje a od energie vedené do jeho napájecího zdroje.
- 3) Ověření průběhu: Před provedením zkoušky se musí zkušební ESD průběh ověřit; ověření se provádí osciloskopem a vybíjecím terčíkem připevněným na vodivou montážní desku o velikosti 1,5 m x 1,5 m. Osciloskop se připojí k zadní straně terčíku přes útlumový člen tak, že napětí na jeho vstupu se sníží na hodnotu, která nepoškodí jeho vstupní obvody. Aby bylo možno parametry zkušebního impulzu

ověřit, musí se použít paměťový osciloskop s šířkou pásma minimálně 1 GHz. Osciloskop musí být od ESD generátoru dobře odstíněn, aby nedocházelo k jeho ovlivňování a v některých případech je nutno mezi osciloskop a terčik vložit dodatečné stínění. Při kalibračním uspořádání musí být pro uzavření obvodu zemnicí vodič generátoru připojen k hliníkovému stínění šroubem, viz obrázek NCS12-4.

b) Funkce ESD generátoru

Charakteristiky:

Obrázek NCS12-5 ukazuje typické uspořádání obvodu při kalibraci. Požadované výstupní charakteristiky proudu pro kontaktní výboj a vypočtené z napětí měřeného na rezistoru 2Ω jsou pro čtyři zkušební napětí uvedeny v tabulce NCS12-2.

TABULKA NCS12-2 – Výstupní parametry ESD generátoru

Požadované vybíjecí napětí (kV)	1. vrchol vybíjecího proudu (A \pm 10 %)	Proud (A \pm 30 %) po 30 ns	Proud (A \pm 30 %) po 60 ns
2	7,5	4	2
4	15,0	8	4
6	22,5	12	6
8	30,0	16	8

POZNÁMKA Požadovaná doba náběhu (10 % až 90 % vrcholového proudu) musí být v intervalu 0,7 ns až 1,0 ns pro všechna vybíjecí napětí.

Obecné technické charakteristiky generátoru musí být shodné s údaji v tabulce NCS12-3.

TABULKA NCS12-3 – Technické charakteristiky ESD generátoru

Charakteristika	Požadavek
Vybíjecí kondenzátor	150 pF \pm 10 %
Vybíjecí rezistor	330 Ω \pm 10 %
Zvláště vysoké výstupní napětí (EHT)	Max. 15 kV DC
EHT rozsah	2 kV až 12 kV \pm 5 %
Výstupní polarita	Kladná a záporná (přepínatelná)
Doba přidržení	ESD generátor musí být schopen podržet náboj nejméně 5 s bez poklesu pod 90 % přednastavené hodnoty.
Režim vybíjení	Jednotlivý výboj Opakovaný výboj Kontaktní výboj
Výstupní proud	Výstupní průběh proudu na kalibračním rezistoru 2Ω musí být stejný jako na obrázku NCS12-3.

8.6.27.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Typické uspořádání při zkoušce je uvedeno na obrázku NCS12-6. Aby se minimalizoval vliv prostředí, je nutné, aby zkouška probíhala za následujících klimatických podmínek:

- 1) Teplota okolí: 15 °C až 35 °C.
- 2) Relativní vlhkost: 30 % až 60 %.
- b) Ověřit zkušební průběh osciloskopem a zkušebním terčičkem.
- c) Připojit všechny zemnicí místa k zemní referenční ploše a zařízení umístit na podložky 50 mm nad povrch zemní referenční plochy.
- d) Připojit zemnicí vodič generátoru k zemní referenční ploše.

8.6.27.3.4 Postup

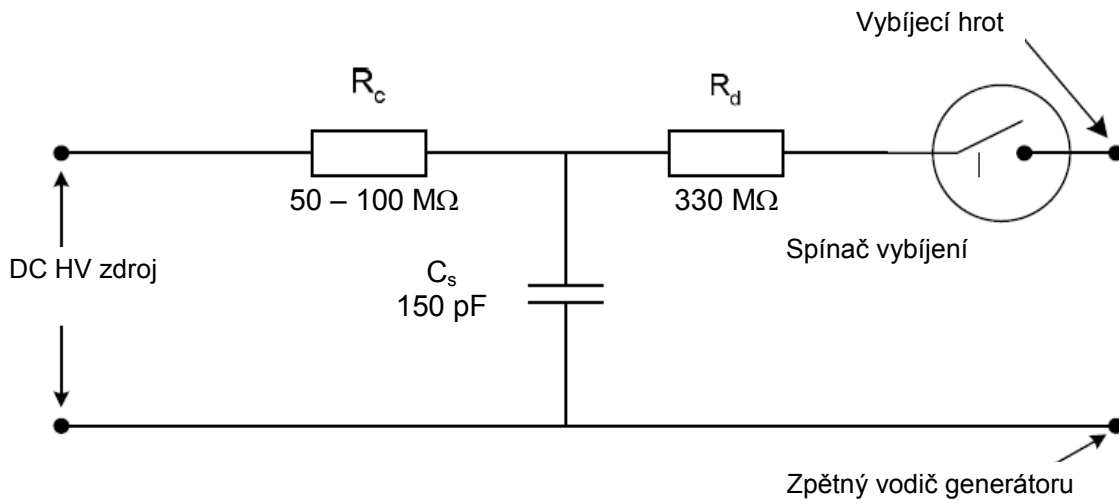
Zkušební postup musí být následující:

- a) Zkoušky se provádí výbojem do bodů, určených ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP), postupným použitím vybíjecích napětí 2 kV, 4 kV, 6 kV a 8 kV, dokud není dosažena požadovaná mezní hodnota pro danou kategorii zkoušeného zařízení. Do každého bodu se pro každé vybíjecí napětí musí provést pět výbojů s kladnou a pět výbojů se zápornou polaritou s časovým intervalem mezi výboji 10 s. Zkouška se musí opakovat pro každý provozní režim zkoušeného zařízení a musí se zaznamenat všechny poruchy nebo zhoršení funkce a vyšetřit, zda se jedná o přechodnou nebo trvalou poruchu.
- b) Pokud se používá vzduchový výboj na nevodivý povrch, musí se generátor nastavit na opakovací kmitočet 20 impulzů/s a vybíjecí hrot se musí pomalu přibližovat ke zkušebnímu prostoru. Zkušební obsluha musí sledovat všechny viditelné výboje a jejich vliv na provoz zkoušeného zařízení zaznamenat do zkušebního protokolu.

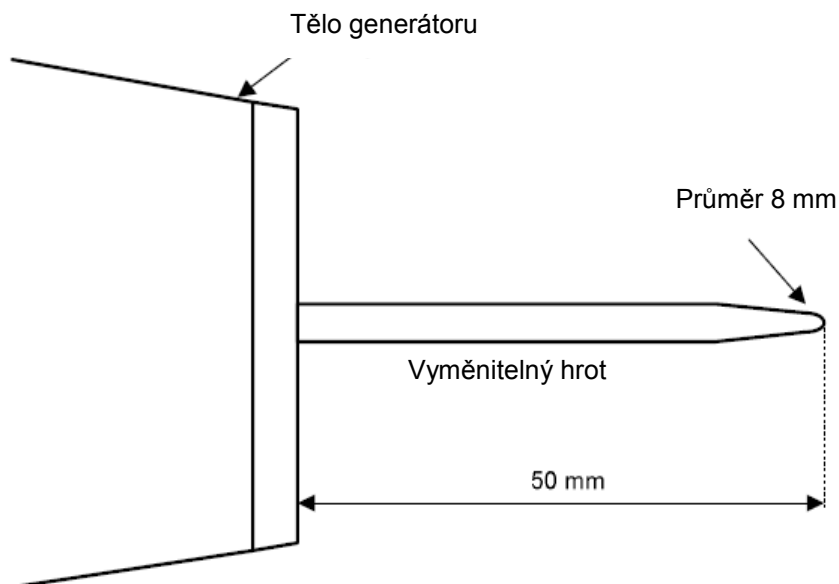
8.6.27.3.5 Prezentace výsledků

Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

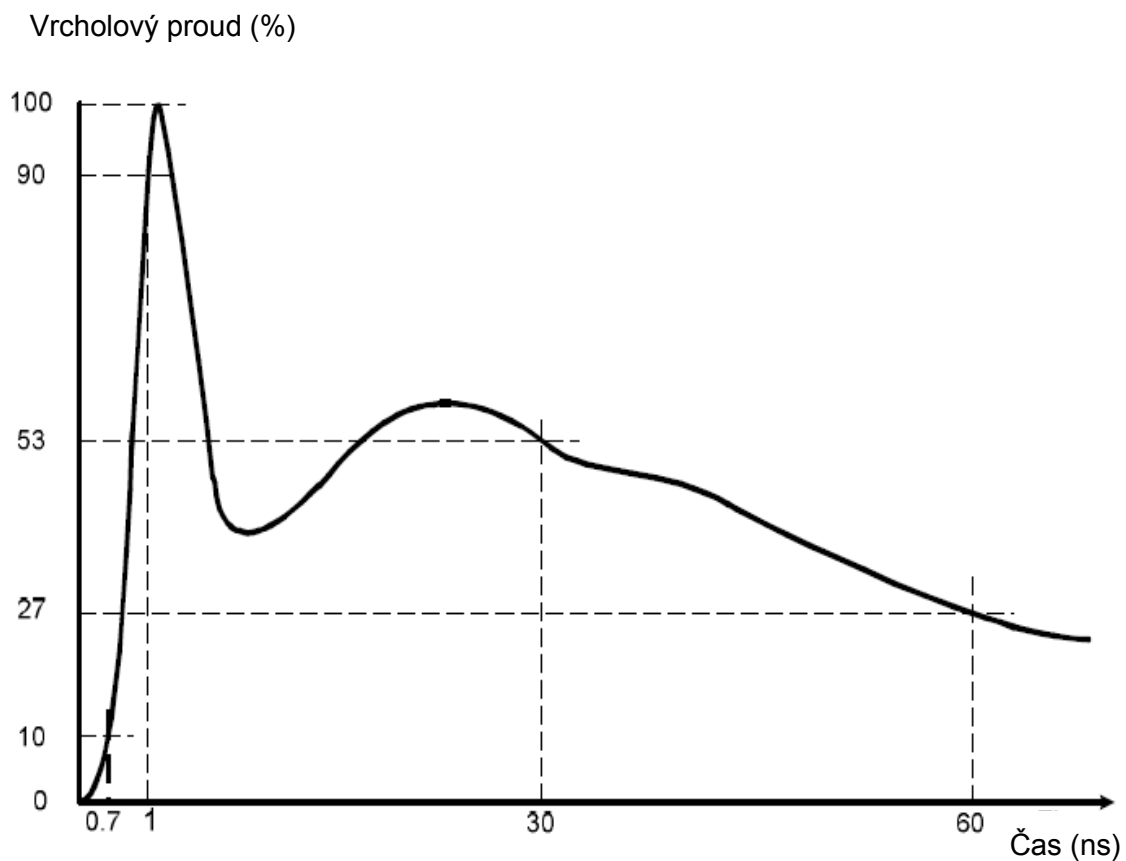
- a) Přehled všech zkušebních bodů se musí uspořádat do tabulky nebo diagramu a musí být ve zkušebně k dispozici. Také se musí zaznamenat do protokolu o zkoušce elektromagnetické interference (EMITR).
- b) Popis pozorovaných chyb se musí zaznamenat spolu s příslušnou úrovní a místem přivedení zkušebního výboje do protokolu o zkoušce elektromagnetické interference (EMITR).
- c) Dále se musí do protokolu o zkoušce elektromagnetické interference (EMITR) zaznamenat parametry zkušebního výboje spolu se zkušebním průběhem použitým při zkoušce.
- d) Všechny chyby a poruchy funkce nebo nestandardní chování zkoušeného zařízení se musí vyhodnotit jednotlivě a musí se určit zda, k nim došlo v čase nabíjení generátoru, během výboje nebo v čase zotavování a výsledky se musí zaznamenat do protokolu o zkoušce elektromagnetické interference (EMITR).



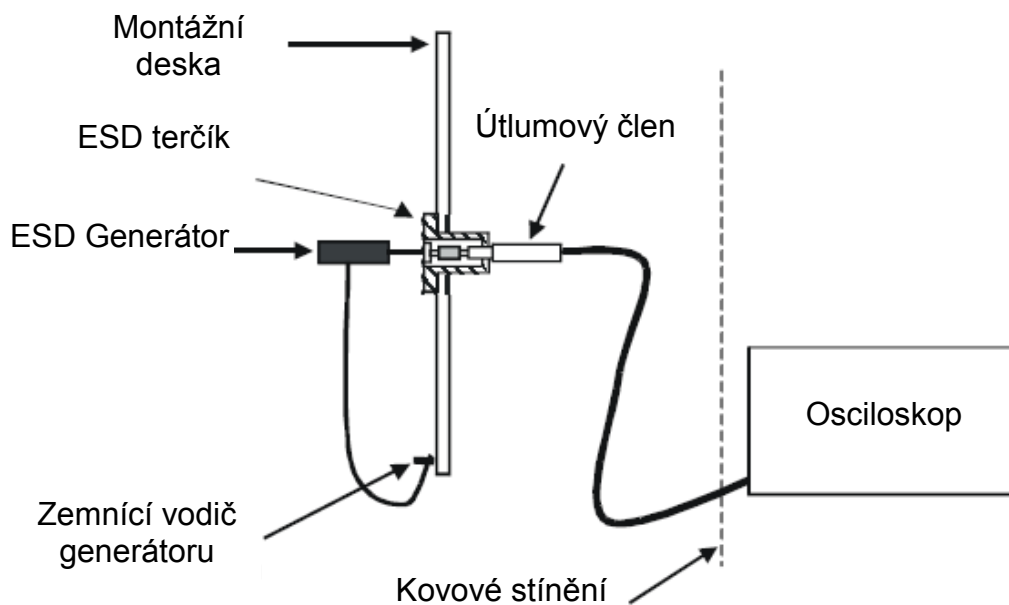
OBRÁZEK NCS12-1 – Zjednodušené schéma ESD generátoru



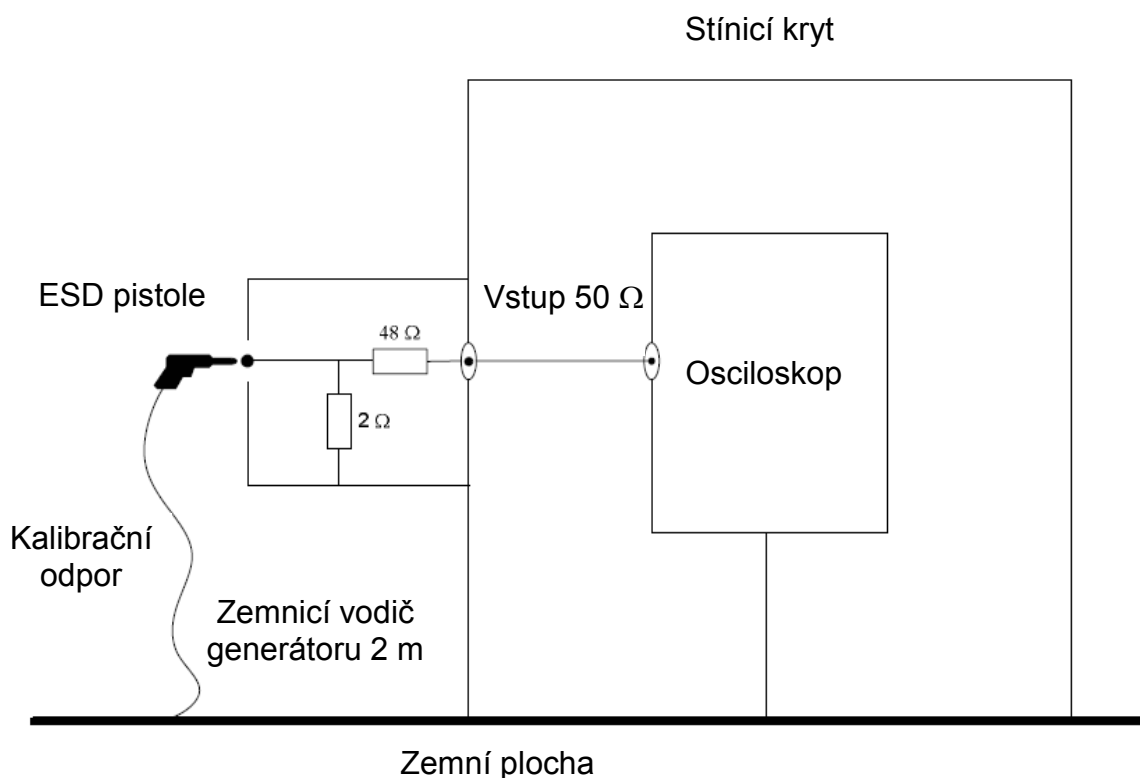
OBRÁZEK NCS12-2 – Geometrie vybíjecího hrotu zkušebního ESD generátoru



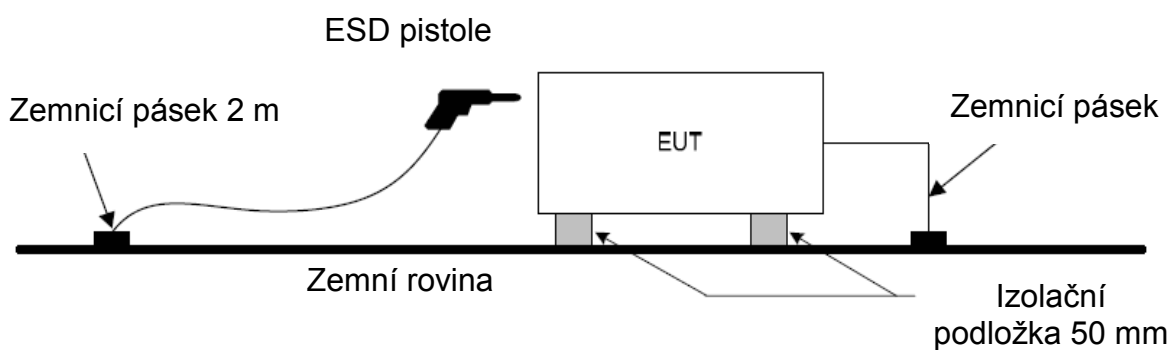
OBRÁZEK NCS12-3 – Typický ESD průběh typ 4



OBRÁZEK NCS12-4 – Uspořádání při kalibraci generátoru



OBRÁZEK NCS12-5 – Uspořádání při kalibraci



OBRÁZEK NCS12-6 – Uspořádání při zkoušce

8.6.28 NCS13 – Susceptibilita na vedené emise, přechodové jevy, napájecí vodiče

8.6.28.1 Použitelnost NCS13

Tyto požadavky jsou použitelné pro napájecí vodiče stejnosměrných a střídavých zařízení a podsystémů ponorek a lodí, ne však pro zemní a nulové vodiče. Podrobnější informace jsou uvedeny v článku 8.6.9.18.

8.6.28.2 Mezní hodnoty NCS13

Zkoušené zařízení nesmí vykazovat žádné chyby, poruchy funkce nebo odchylky od specifikovaných parametrů mimo toleranční interval uvedený v technických specifikacích jednotlivých zařízení nebo podsystémů, když je vystaveno zkušebnímu signálu s úrovněmi uvedenými na obrázku NCS13-1.

8.6.28.3 Zkušební postup NCS13

8.6.28.3.1 Účel

Zkušební postup se používá pro ověření schopnosti zkoušeného zařízení odolávat signálům přivedeným na vstupní napájecí vodiče.

8.6.28.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) generátor přechodových jevů, impedance $\leq 2 \Omega$,
- b) kondenzátor 10 μF ,
- c) osciloskop,
- d) rezistor 0,5 Ω ,
- e) oddělovací transformátor.

8.6.28.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Uspořádání zkoušeného zařízení je uvedeno na obrázcích 501-3 až 501-6 a popsáno v článku 8.6.6.8.
- b) Kalibrace. Uspořádat zkušební zařízení podle obrázku NCS13-2. Nastavit osciloskop tak, aby bylo možno sledovat napětí na bezindukčním rezistoru 5 Ω .
- c) Měření zkoušeného zařízení.
 - 1) Při měření stejnosměrného jednofázového napájení uspořádat zkoušené zařízení podle obrázku NCS13-3.
 - 2) Při měření třífázového nezemněného napájení (zapojení do trojúhelníku) uspořádat zkoušené zařízení podle obrázku NCS13-4.
 - 3) Při měření třífázového napájení (čtyři vodiče – zapojení do hvězdy) uspořádat zkoušené zařízení podle obrázku NCS13-4.

8.6.28.3.4 Postup

Zkušební postup musí být následující:

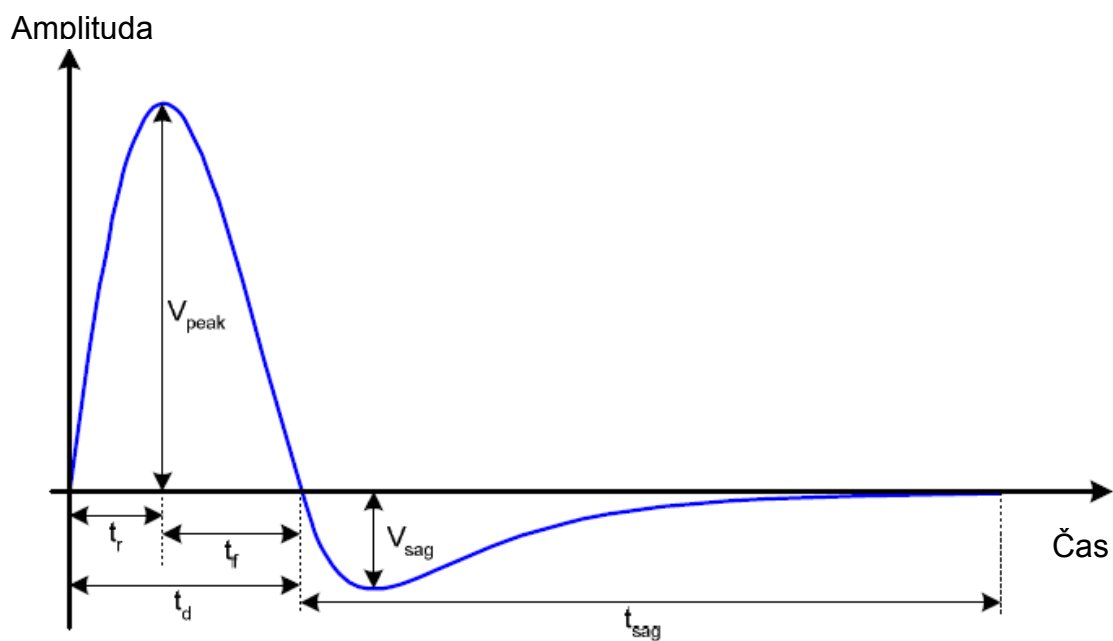
- a) Zapnout měřicí zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Kalibrace.
 - 1) Nastavit generátor přechodových jevů na nejnižší zkušební kmitočet.

- 2) Zvyšovat úroveň zkušebního signálu až do doby, kdy osciloskop zaznamená napětovou úroveň odpovídající požadované mezní hodnotě. Zkontrolovat výstupní průběh a šířku impulsu.
 - 3) Zaznamenat nastavení zdroje zkušebního signálu.
- c) Měření zkoušeného zařízení.
- 1) Zapnout zkoušené zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
UPOZORNĚNÍ Při zkoušce postupovat opatrně, protože ochranná zem osciloskopu je díky oddělovacímu transformátoru odpojena a může dojít k úrazu elektrickým proudem.
 - 2) Nastavit na generátoru nejmenší úroveň. Zvyšovat úroveň signálu, dokud se na napájecích vodičích nedosáhne požadované napětí nebo se nedosáhne úrovně získané při kalibraci (kalibrační úroveň se získá v kroku b)2) článku 8.6.28.3.4).
 - 3) Při dosažení požadované úrovně signálu, aplikovat impulzy do zkušebních vzorků nezemněných vstupních vodičů s opakovacím kmitočtem mezi 5 a 10 impulzy za vteřinu po dobu nejméně 5 minut.
 - 4) Vyhodnocení susceptibility.
 - (a) Sledovat zhoršení funkce zkoušeného zařízení
 - (b) Pokud se zjistí susceptibilita, určit a zaznamenat prahovou úroveň a polohu fáze na střídavém průběhu podle článku 8.6.6.10.4.3 a ověřit, zda je vyšší než požadovaná mezní hodnota.
- d) Výše uvedené kroky 2) až 4) opakovat na každém napájecím vodiči a pro každý provozní režim podle požadavku.

8.6.28.3.5 Presentace výsledků

Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

- a) Vytvořit záznam kalibračního průběhu získaného osciloskopem v kroku b) 2) článku 8.6.28.3.4.
- b) Vytvořit záznam injektovaného průběhu do každého vodiče.
- c) Uvést údaje o všech prahových úrovních, při kterých se zjistila susceptibilita na jednotlivých vodičích.
- d) Uvést indikace shody s použitými požadavky vyhodnocení susceptibility pro každý vodič specifikovaný v kroku c) článku 8.6.28.3.5.



Kde:

$$V_{peak} = 400 \text{ V}$$

$$t_r = 1,5 \mu\text{s} \pm 0,5 \mu\text{s}$$

$$t_f = 3,5 \mu\text{s} \pm 0,5 \mu\text{s}$$

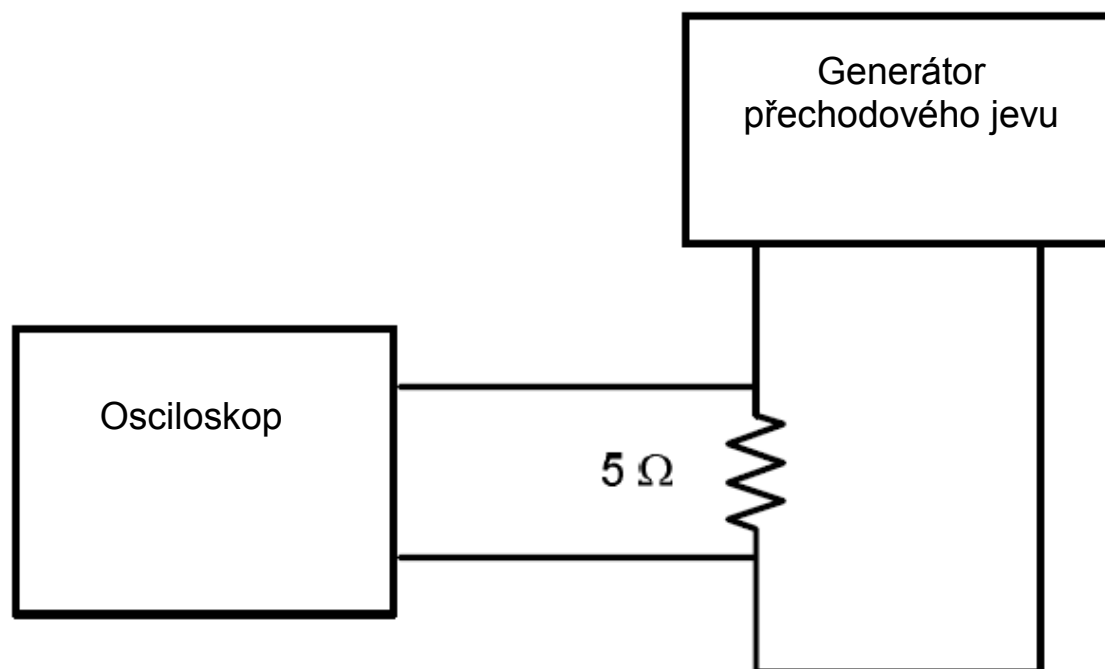
$$t_d = 5,0 \mu\text{s} \pm 22 \%$$

$$V_{sag} \leq 120 \text{ V (maximum)}$$

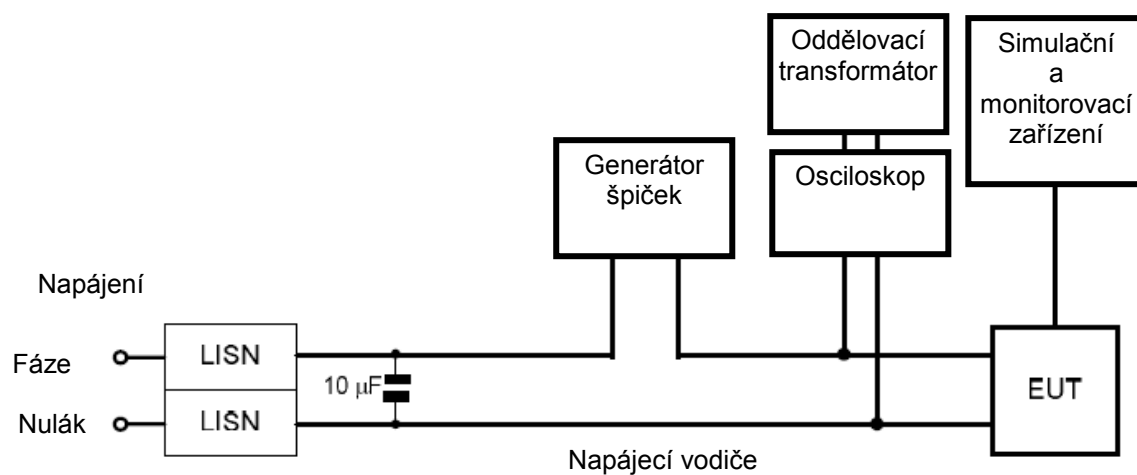
$$t_{sag} \leq 20 \mu\text{s}$$

Měřeno na bezindukčním rezistoru 5Ω .

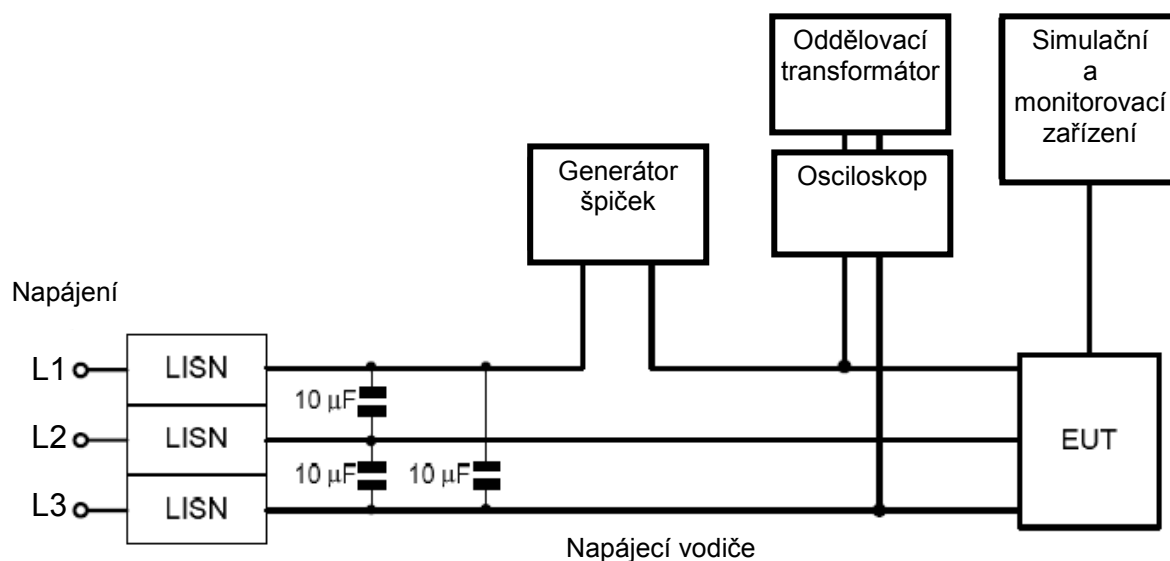
OBRÁZEK NCS13-1 – Napěťové meze



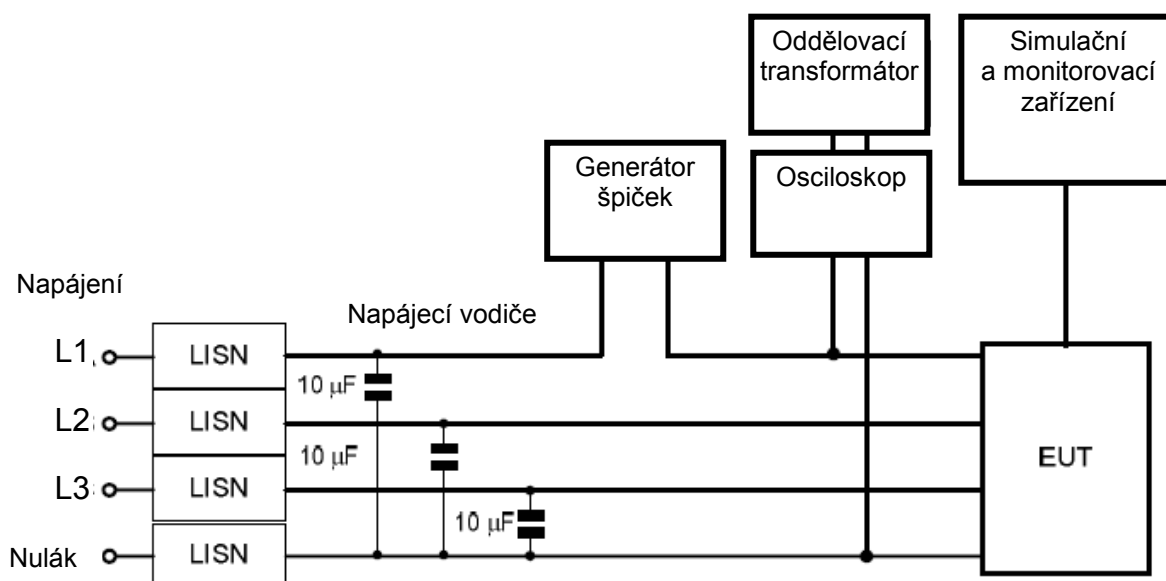
OBRÁZEK NCS13-2 – Kalibrace



OBRÁZEK NCS13-3 – Injektáž signálu, stejnosměrné nebo jednofázové střídavé napájení



OBRÁZEK NCS13-4 – Injektáž signálu, střídavé třífázové napájení (zapojení do trojúhelníku)



OBRÁZEK NCS13-5 – Injektáž signálu, střídavé třífázové napájení (zapojení do hvězdy)

8.6.29 NRE01 – Vyzařované emise, magnetické pole, 30 Hz až 100 kHz

8.6.29.1 Použitelnost NRE01

Požadavek je použitelný pro ověření vyzařovaných emisí přes kryt zařízení a podsystému, včetně elektrických kabelů. Zkouška se nepoužívá pro měření vyzařování z antén. Letadla, která používají systém pro boj s ponorkami, se vyhodnocují podle mezních hodnot určených pro námořnictvo. Podrobnější informace jsou uvedeny v článku 8.6.9.18.

8.6.29.2 Mezní hodnoty NRE01

Úrovně vyzařovaného magnetického pole nesmí při měřicí vzdálenosti 70 mm překročit mezní hodnoty uvedené na obrázcích NRE01-1 až NRE01-3.

8.6.29.3 Zkušební postup NRE01

8.6.29.3.1 Účel

Zkouška se používá pro ověření, zda magnetické pole emitované zkoušeným zařízením a příslušnou kabeláží nepřekračuje požadované mezní hodnoty.

8.6.29.3.2 Zkušební zařízení

- a) měřicí přijímač,
- b) záznamové zařízení,
- c) smyčková anténa s následujícími parametry:
 - 1) Průměr: 13,3 cm.
 - 2) Počet závitů: 37.
 - 3) Použitý vodič: 7-41 Litz (lanko ze 7 vodičů o průměru 0,07 mm).
 - 4) Stínění: Elektrostatické.
 - 5) Korekční faktor: Většinou dodává výrobce v jednotkách dBpT.
- d) LISN 50 μ H,
- e) Ohmmetr,
- f) signálový generátor.

8.6.29.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Základní zkušební uspořádání je uvedeno na obrázcích 501-3 až 501-6 a popsáno v článku 8.6.6.8.
- b) Kalibrace: Uspořádat zařízení dle obrázku NRE01-4.
- c) Měření zkoušeného zařízení: Smyčkovou anténu a zkoušené zařízení uspořádat podle obrázku NRE01-5.

8.6.29.3.4 Postup

Zkušební postup musí být následující:

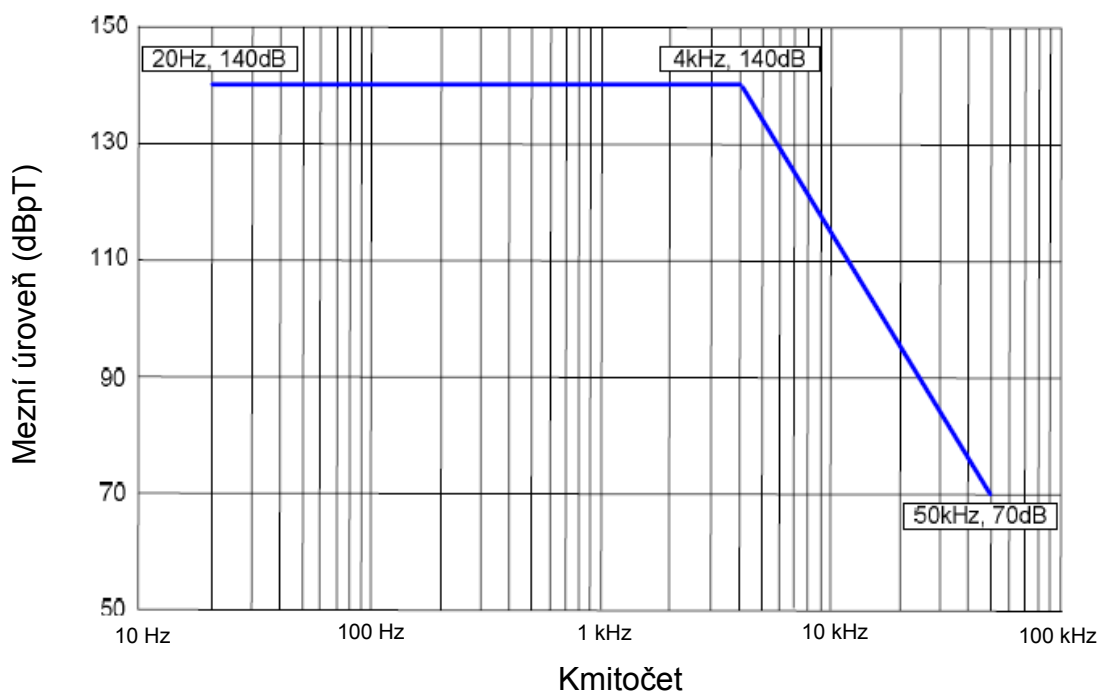
- a) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Kalibrace.
 - 1) Použít kalibrační signál s úrovní, která je nejméně o 6 dB nižší, než je požadovaná mezní hodnota (mezní hodnota minus korekční faktor smyčkové antény) pro kmitočet 50 kHz. Měřicí přijímač nastavit na kmitočet 50 kHz. Zaznamenat naměřenou úroveň.
 - 2) Ověřit, že záznamové zařízení indikuje úroveň uvnitř intervalu ± 3 dB injektované úrovně.
 - 3) Pokud jsou indikované úrovně mimo výše uvedený interval, zjistit zdroj chyby a před provedením měření provést úpravu.
 - 4) Pomocí ohmmetru ověřit, že odpor vinutí smyčkové antény je přibližně 10Ω .
- c) Měření zkoušeného zařízení.
 - 1) Zapnout zkoušené zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
 - 2) Umístit smyčkovou anténu do vzdálenosti 70 mm od hranice zkoušeného zařízení nebo zkoušeného elektrického konektoru. Rovinu smyčkové antény orientovat rovnoběžně s povrchem zkoušeného zařízení a rovnoběžně s osou konektoru.
 - 3) Spustit skenování měřicího přijímače ve zvoleném kmitočtovém rozsahu a zaznamenat kmitočty s maximální úrovní vyzařování. Rozlišovací šířka pásma a doba měření musí odpovídat údajům v tabulce 501-2.
 - 4) Naladit měřicí přijímač na jeden kmitočet nebo kmitočtový rozsah zjištěný ve výše uvedeném kroku 3).
 - 5) Sledovat výstup měřicího přijímače a pohybovat smyčkovou anténou podél povrchu zkoušeného zařízení nebo zkoušeného konektoru (je nutno zachovat vzdálenost 70 mm). Pro každý kmitočet zjištěný ve výše uvedeném kroku 4) zaznamenat místo s maximální úrovní vyzařování.
 - 6) Ve vzdálenosti 70 mm od místa s maximální úrovní vyzařování orientovat rovinu smyčkové antény tak, aby měřicí přijímač ukazoval maximální úroveň vyzařování a tuto hodnotu zaznamenat. Pokud naměřená úroveň přesahuje ve vzdálenosti 70 mm povolenou mezní úroveň, zvyšovat měřicí vzdálenost dokud není naměřená úroveň menší než povolená mezní úroveň. Pro účely akvizičního procesu je třeba zaznamenat kmitočet a měřicí vzdálenost.

POZNÁMKA Požaduje se, aby zkoušené zařízení vyhovovalo požadavku ve vzdálenosti 70 mm.

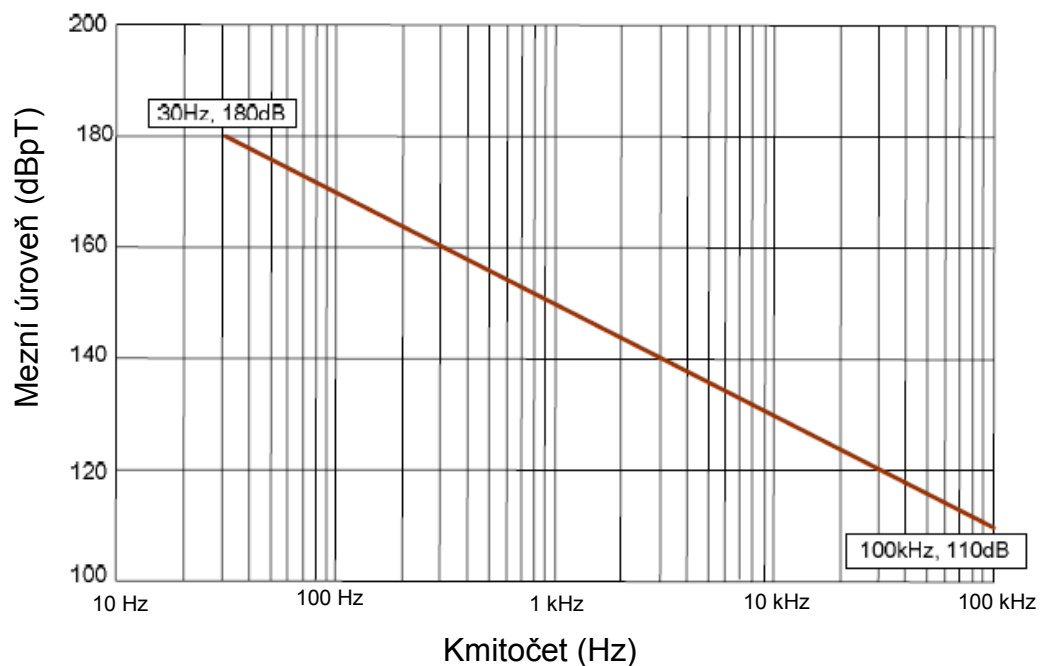
- 7) Výše uvedené kroky 4) až 6) opakovat pro nejméně dva kmitočty maximálního vyzařování v každé oktávě kmitočtů nižších než 200 Hz a pro nejméně tři kmitočty maximálního vyzařování v každé oktávě kmitočtů vyšších než 200 Hz.
- 8) Výše uvedené kroky 4) až 7) opakovat pro každou stranu a konektor zkoušeného zařízení

8.6.29.3.5 Prezentace výsledků

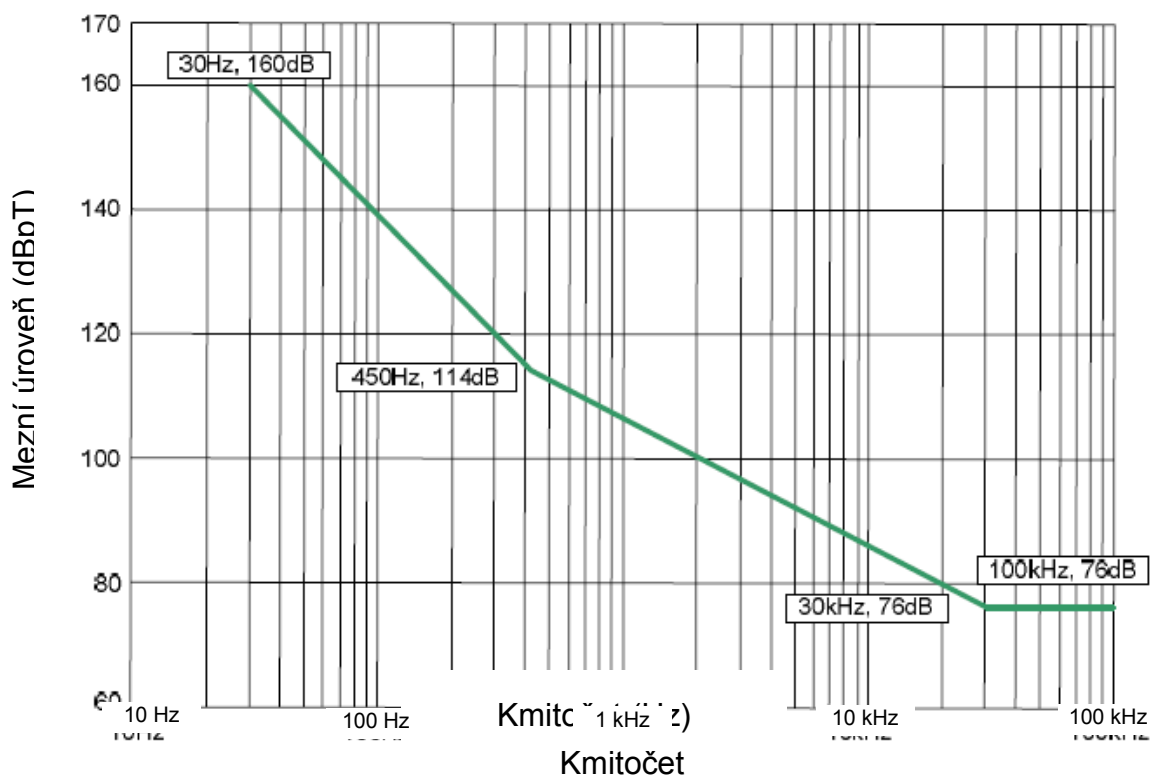
Vytvořit průběhy skenování a tabulky všech měřených kmitočtů, provozních režimů, naměřených úrovní magnetického pole a požadovaných mezních hodnot.



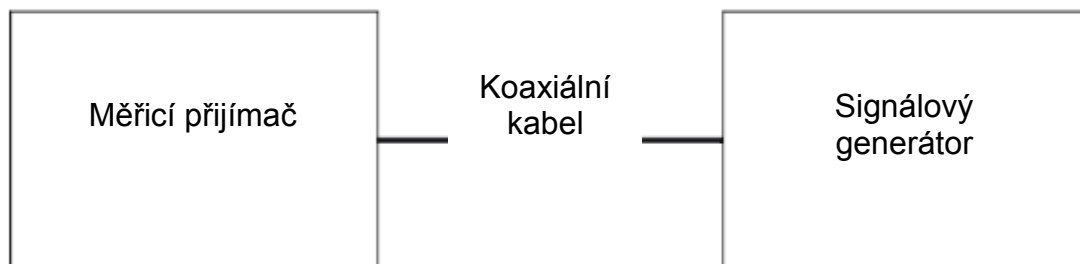
OBRÁZEK NRE01-1 – Mezní hodnoty pro letecké aplikace



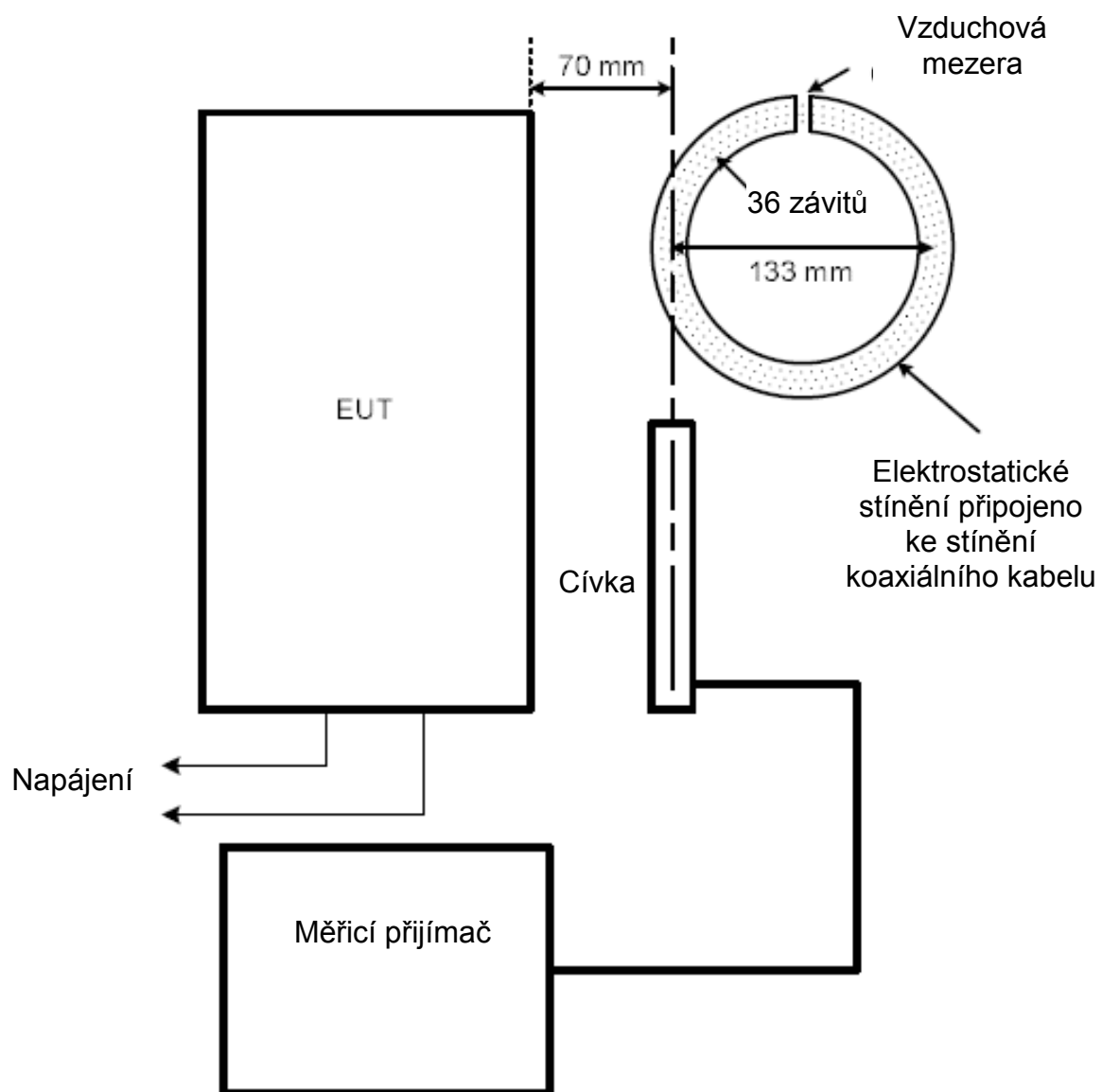
OBRÁZEK NRE01-2 – Mezní hodnoty pro pozemní aplikace



OBRÁZEK NRE01-3 – Mezní hodnoty pro námořní aplikace



OBRÁZEK NRE01-4 – Uspořádání při kalibraci



OBRÁZEK NRE01-5 – Uspořádání při měření

8.6.30 NRE02 – Vyzařované emise, elektrické pole, 10 kHz až 18 GHz

8.6.30.1 Použitelnost NRE02

Požadavek je použitelný pro ověření vyzařovaných emisí přes kryt zařízení a podsystému, včetně elektrických kabelů a antén navržených pro stálé umístění na zkoušeném zařízení (přijímače a vysílače v pohotovostním režimu). Zkouška se nepoužívá pro určení základního kmitočtu vysílačů.

Všechna zařízení se musí zkoušet v kmitočtovém rozsahu 10 kHz až 18 GHz.

Podrobné informace jsou uvedeny v článku 8.6.9.20.

8.6.30.2 Mezní hodnoty NRE02

Úrovně vyzařovaného elektrického pole nesmí překročit mezní hodnoty uvedené na obrázcích NRE02-1 až NRE02-4. Pro kmitočty vyšší než 30 MHz se musí měření provádět při horizontální a vertikální polarizaci antén.

8.6.30.3 Zkušební postup NRE02

8.6.30.3.1 Účel

Zkouška se používá pro ověření, zda elektrické pole vyzařované zkoušeným zařízením a příslušnou kabeláží nepřekračuje specifikované mezní hodnoty.

8.6.30.3.2 Zkušební zařízení

- a) měřicí přijímače,
- b) záznamové zařízení,
- c) antény:
 - 1) 10 kHz až 30 MHz, prutová anténa 104 cm s impedančním přizpůsobovacím obvodem.
 - (a) Pokud přizpůsobovací obvod obsahuje předzesilovač (aktivní prut), je třeba dodržet pravidla pro ochranu před saturací, uvedené v článku 8.6.6.7.3.
 - (b) Použití čtvercovou protiváhu, jejíž strana má nejméně 0,6 m.
 - 2) 30 MHz až 200 MHz, bikónická anténa o velikosti 1,37 m.
 - 3) 200 MHz až 1 GHz, trychtýřová anténa s dvojitým hřbetem, s rozměry ústí 0,69 m × 0,945 m.
 - 4) 1 GHz až 18 GHz, trychtýřová anténa s dvojitým hřbetem, s rozměry ústí 0,232 m × 0,136 m.
- c) signálový generátor,
- d) pahýlový zářič,
- e) kondenzátor 10 pF,
- f) LISN 50 μ H.

8.6.30.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Základní zkušební uspořádání je uvedeno na obrázcích 501-2 až 501-6 a popsáno v článku 8.6.6.8. Zajistit, aby při zkoušce byla strana EUT s nejvyšší úrovní vyzařovaných emisí orientována směrem k přijímací anténě.
- b) Kalibrace: Uspořádat zařízení dle obrázku NRE02-5.
- c) Zkouška zařízení:
 - 1) Při měření prutovou anténou je zakázáno elektrické spojení. Požadované zapojení je uvedeno na obrázku NRE02-6. Stínění koaxiálního kabelu vedoucího z přizpůsobovacího obvodu se musí elektricky spojit s podlahou co nejkratším spojem (nesmí být delší než 100 mm). Přibližně uprostřed kabelu se musí mezi přizpůsobovací obvod a zemní plochu umístit feritový kroužek s impedancí 20 až 30 ohm pro kmitočty 20 MHz.
 - 2) Umístění antén
 - (a) Pro umístění antén je důležité určit hranice zkoušeného zařízení a příslušné kabeláže.
 - (b) Pro nastavení měřicí vzdálenosti antén od hranice zkoušeného zařízení a její výšky nad zemní plochou použít fyzické referenční body podle obrázku NRE02-6.
 - (1) Při všech měřeních umístit antény 1 m od hranice zkoušeného zařízení.
 - (2) Antény umístit 1,20 m nad zemní plochu podlahy.
 - (3) Zajistit, aby antény byly nejméně 1 m od stěny a 0,5 m od stropu stíněného prostoru.
 - (c) Počet požadovaných poloh antény závisí na velikosti zkoušeného zařízení resp. jeho hranic a počtu jednotek v uspořádání.
 - (1) Zkoušky na kmitočtech nižších než 200 MHz:

Pokud jsou jednotlivé strany hranic zkoušeného zařízení kratší než 3 m, vyžaduje se pouze jedna poloha antény, která je uprostřed příslušné strany.

Pokud je strana hranice delší než 3 m, musí se použít více poloh antény vzdálených od sebe podle obrázku NRE02-7. Počet poloh antén (N) se určí dělením příslušné délky hranice zkoušeného zařízení (m) třemi a zaokrouhlením nahoru na celé číslo. V případě rozměrných zařízení se může zkušební vzdálenost zvýšit z 1 m např. na 3 m. Pak se počet poloh antény sníží 9krát a tím se sníží i doba zkoušky. V takovém případě se ovšem musí změnit i korekční faktor použité antény (3 m → 1 m = 10 dB). Jinými slovy anténní

korekční faktor (k-faktor) se musí zvýšit o 10 dB. Mezní hodnoty se zvednou o 6 dB a tím se dosáhne podmínek jako při měření na vzdálenost 1 m.

- (2) Zkoušky v kmitočtovém rozsahu 200 MHz až 1 GHz: Umístit anténu v potřebném počtu míst tak, aby celá délka příslušné hranice zkoušeného zařízení a prvních 0,35 m kabelů a vodičů vedoucích ke zkoušenému zařízení byla uvnitř vyzařovacího laloku antény určeného poklesem o 3 dB.
- (3) Zkoušky na kmitočtech vyšších než 1 GHz: Umístit anténu v potřebném počtu míst tak, aby celá délka příslušné hranice zkoušeného zařízení a prvních 70 mm kabelů a vodičů vedoucích ke zkoušenému zařízení byla uvnitř vyzařovacího laloku antény určeného poklesem o 3 dB

8.6.30.3.4 Postup

Zkušební postup musí být následující:

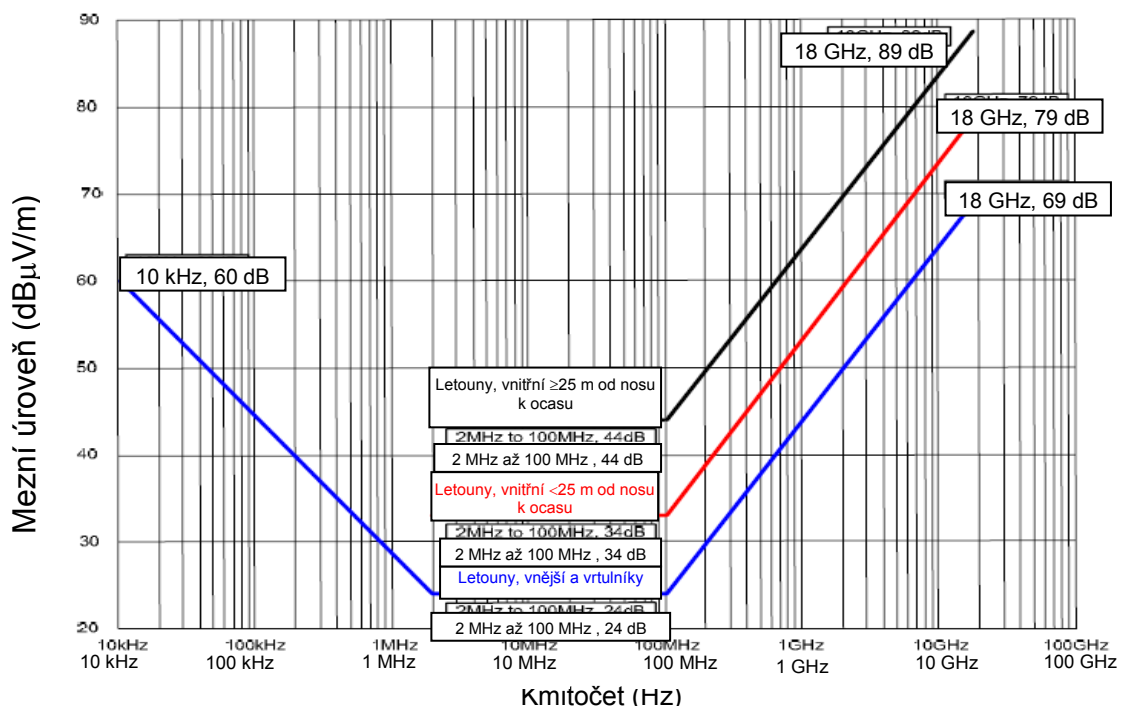
- a) Ověřit, že rušivé pozadí v místě měření splňuje požadavky uvedené v článku 8.6.6.4. Pokud se to v článku vyžaduje, průběh rušivého pozadí vykreslit.
- b) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- c) Pomocí kalibračního uspořádání na obrázku NRE02-5 provést následující kontrolu celého měřicího řetězce od antény až po záznam údajů na nejvyšším měřicím kmitočtu antény. U prutové antény s přepínatelným pasivním přízpůsobovacím obvodem se musí kontrola provést na středním kmitočtu každého měřicího rozsahu. U aktivní prutové antény se kontrola musí provést na nejnižším, středním a nejvyšším kmitočtu měřicího rozsahu.
 - 1) Připojit kalibrační signál s úrovní, která je nejméně o 6 dB nižší než požadovaná mezní hodnota (mezní hodnota minus korekční faktor) ke koaxiálnímu kabelu, v místě připojení měřicí antény.
 - 2) Spustit skenování, které se použije při zkoušce. Ověřit, že záznamové zařízení indikuje úrovně uvnitř intervalu ± 3 dB připojené úrovně.
 - 3) U prutové antény odstranit prut a signál přivést k přízpůsobovacímu obvodu přes kondenzátor 10 pF, který se připojuje k závitům pro montáž prutu.
Viz obrázek NRE02-8. Musí se použít komerční kalibrační přípravek nebo injektážní obvod.
 - 4) Pokud jsou indikovány úrovně mimo výše uvedený interval, zjistit zdroj chyby a před provedením měření provést úpravu.

- d) Přepnutím do režimu měření, uvedeného na obrázku NRE02-5, provést následující ověření jednotlivých antén, které zaručí jejich správné elektrické připojení.
 - 1) Pomocí antény nebo pahýlového zářiče vyzařovat zkušební signál s nejvyšším kmitočtem zkoušené antény.
 - 2) Naladit měřicí přijímač na kalibrační vyzařovaný kmitočet a ověřit, že přijímaný signál má odpovídající amplitudu. Toto ověření poskytuje hrubou kontrolu, že anténa pracuje správně. Není žádný požadavek na přesné měření úrovně signálu.
- e) Zapnout zkoušené zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- f) Pomocí zapojení pro režim měření uvedeného na obrázku NRE02-5 určit emise vyzařované ze zkoušeného zařízení a kabeláže.
 - 1) Skenování jednotlivých kmitočtových rozsahů provádět s nastavením měřicího přijímače podle tabulky 501-4.
 - 2) Při měření na kmitočtech vyšších než 30 MHz použít horizontální i vertikální polarizaci antén.
 - 3) Měření provádět při každém umístění antény podle kroku c) 2) článku 8.6.30.3.3

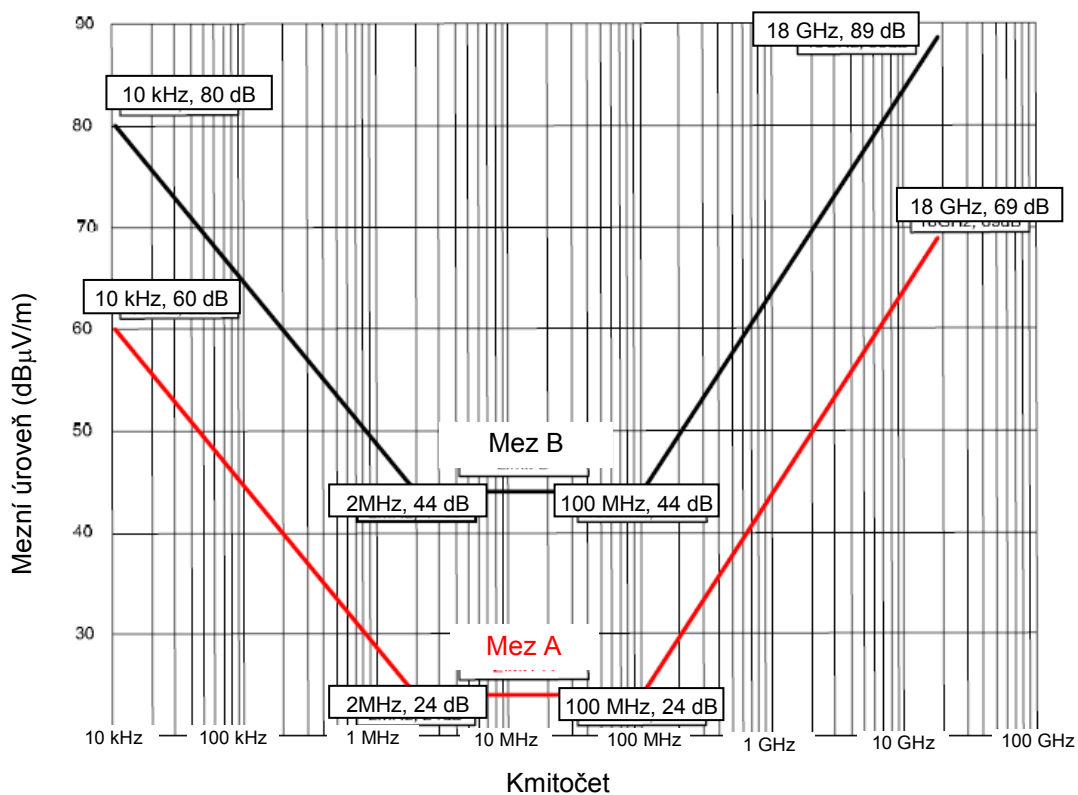
8.6.30.3.5 Prezentace výsledků

Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

- a) Výstupní údaje amplitud v závislosti na kmitočtu se musí automaticky zaznamenat do spojitého funkčního X-Y grafu. Ručně získané výsledky je možno použít pouze pro kontrolní účely. Průběhy pro vertikální a horizontální polarizaci antén je nutno uvádět zvlášť, nebo pokud se uvádí v jednom grafu, musí být jednoznačně identifikovatelné zvlášť v jednobarevném provedení grafu.
- b) V každém grafu se musí vykreslit použité mezní hodnoty.
- c) Zajistit minimální rozlišení kmitočtů 1 % nebo dvojnásobek rozlišovací šířky pásma, podle toho, která hodnota je méně přísná a minimální rozlišení úrovně amplitudy 1 dB.
- d) Vykreslit graf pro kalibrační i měřicí část postupu.
- e) Uvést ověření elektrického připojení měřicích antén. Viz krok d) článku 8.6.30.3.4.



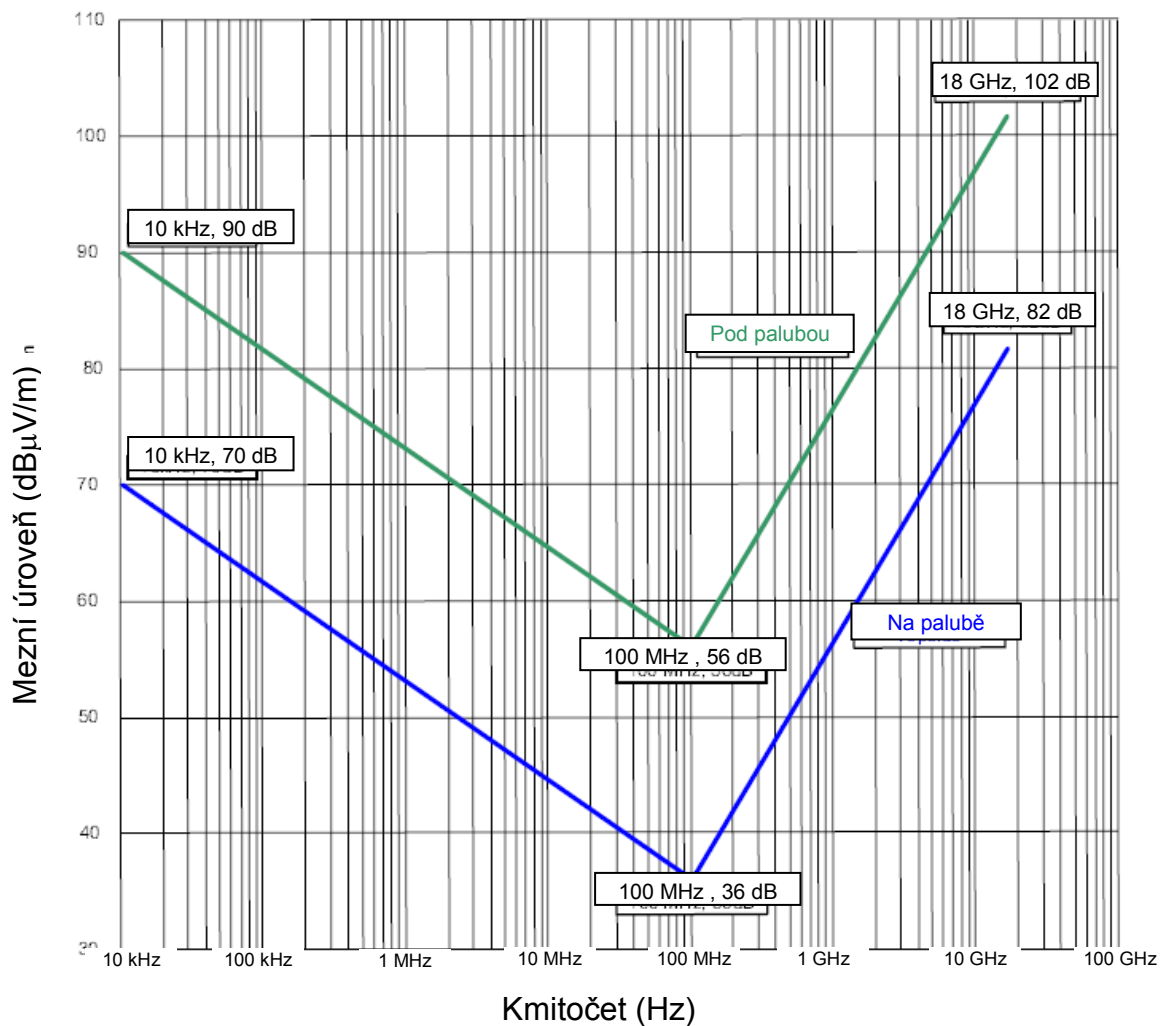
OBRÁZEK NRE02-1 – Mezní hodnoty pro letecké a kosmické aplikace



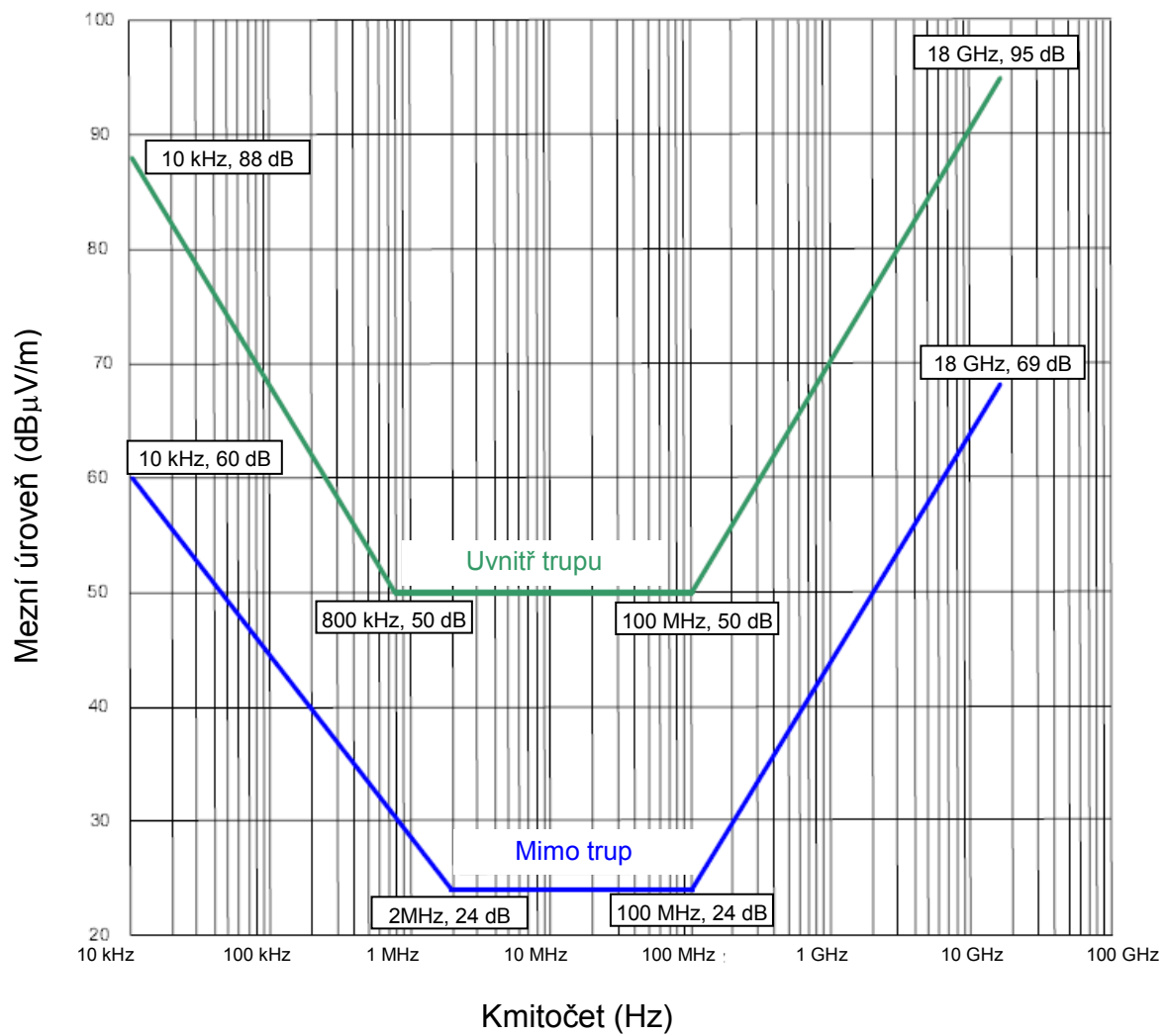
OBRÁZEK NRE02-2 – Mezní hodnoty pro pozemní aplikace

POZNÁMKY

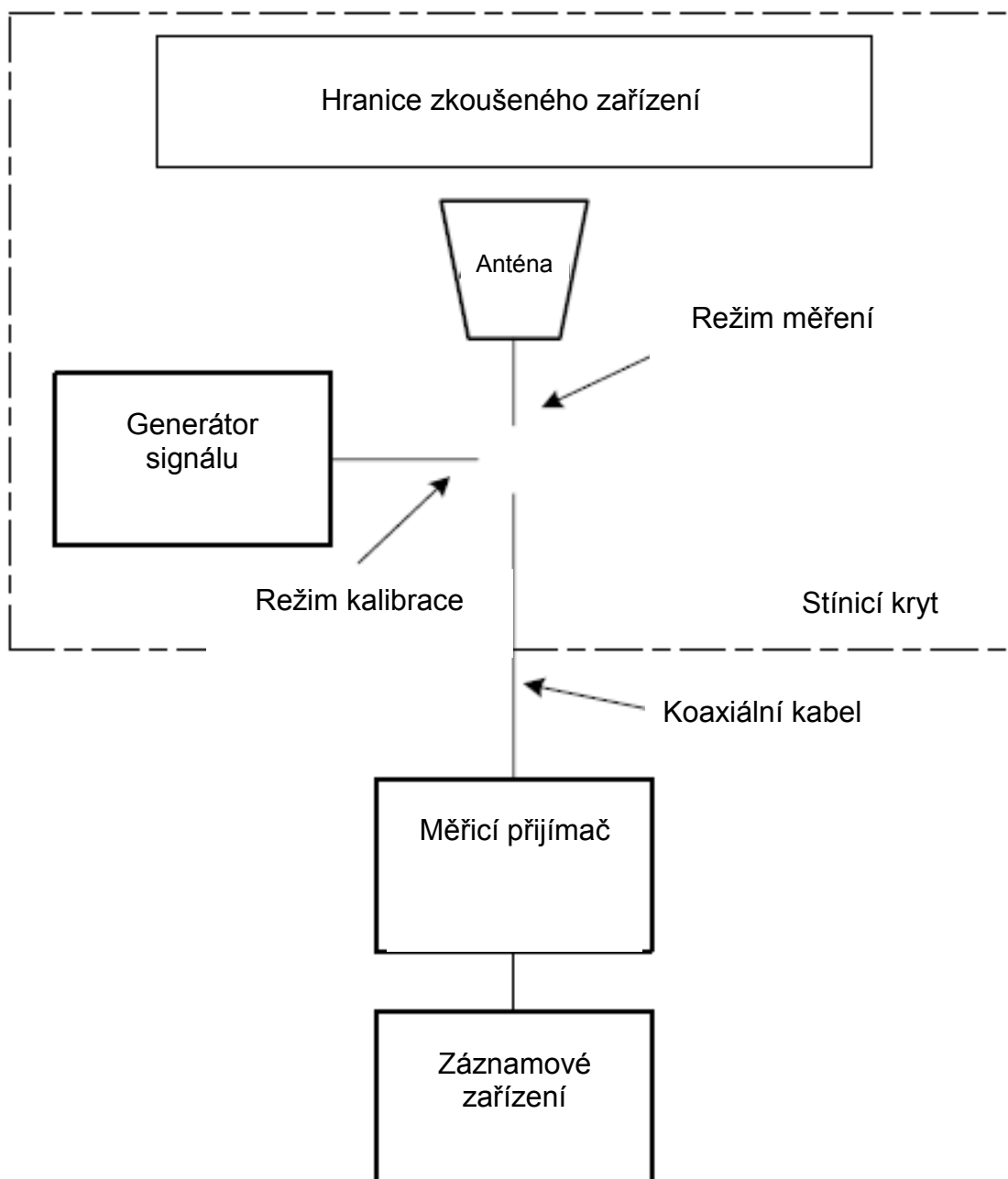
- 1 Použití výše uvedené mezní křivky A je rezervováno pro všechna zkoušená zařízení určená pro pozemní aplikace a mobilní námořní systémy (jako je přenosné zařízení pro jednotlivce) používané na souši.
- 2 Mezní křivka B se používá pro námořní systémy s pevnou instalací spojenou s přístavem a umístěním radiolokátorů. Používá se také pro pozemní aplikace zabezpečující letecký provoz.



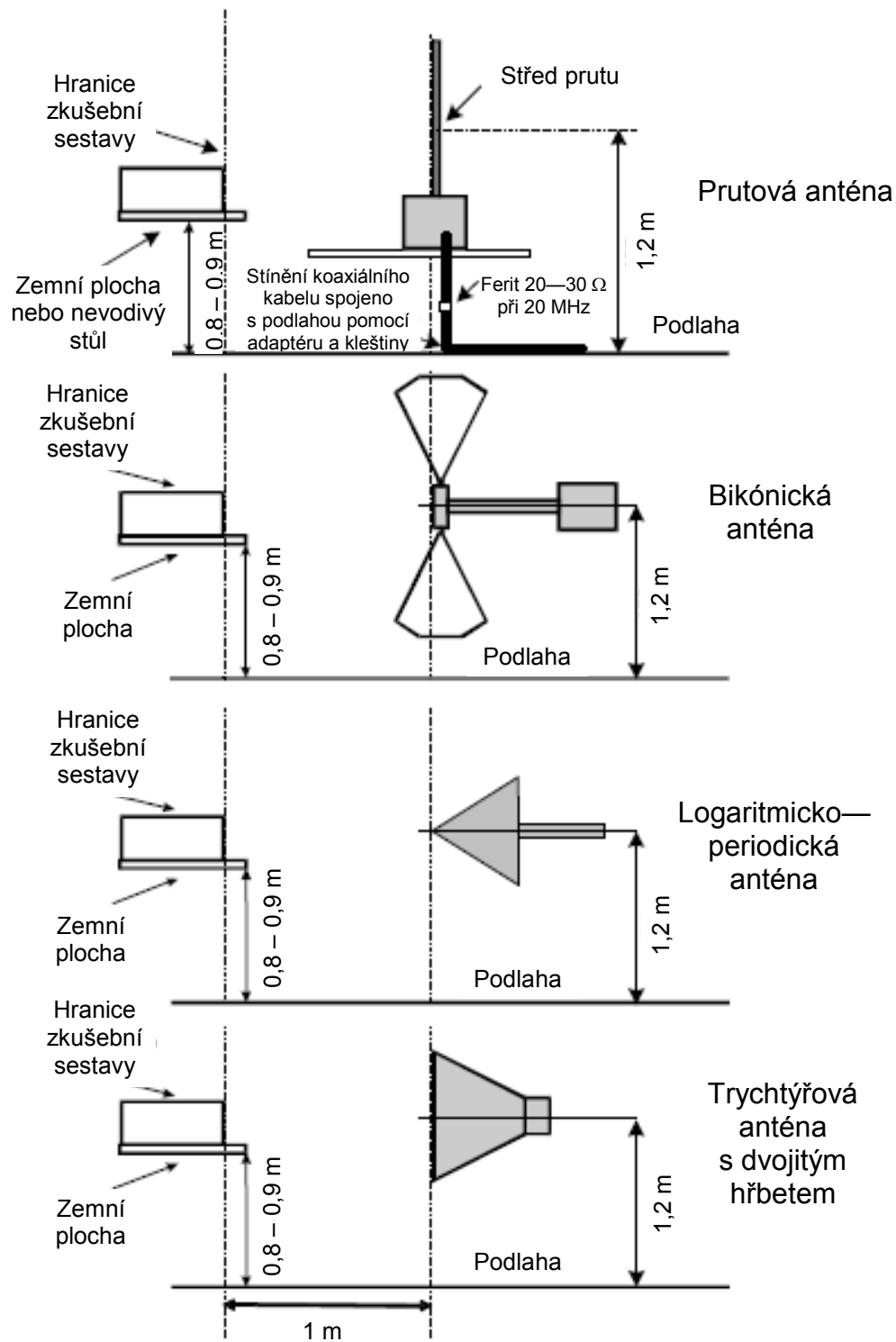
OBRÁZEK NRE02-3 – Meze pro lodě



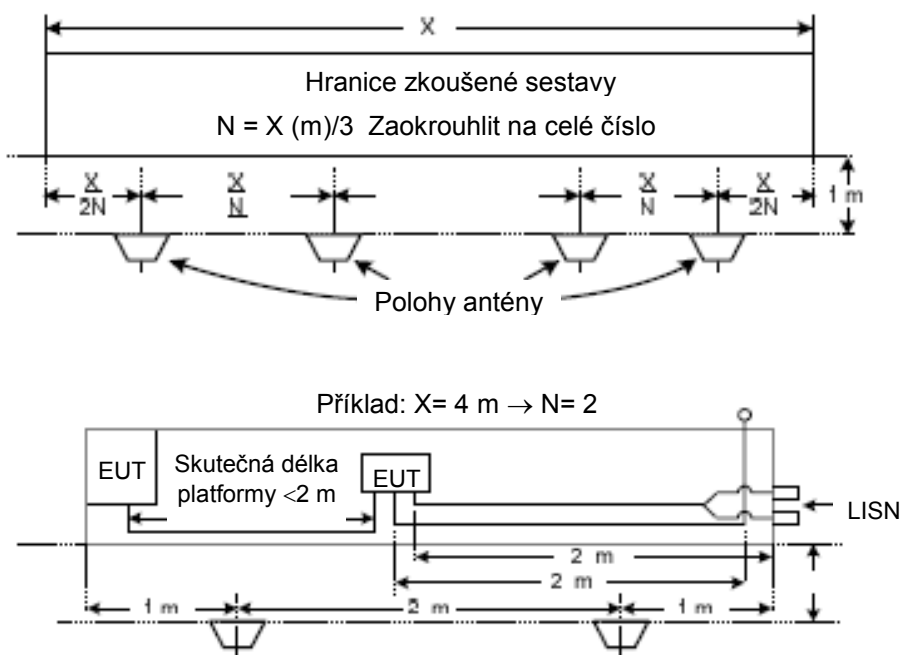
OBRÁZEK NRE02-4 – Meze pro ponorky



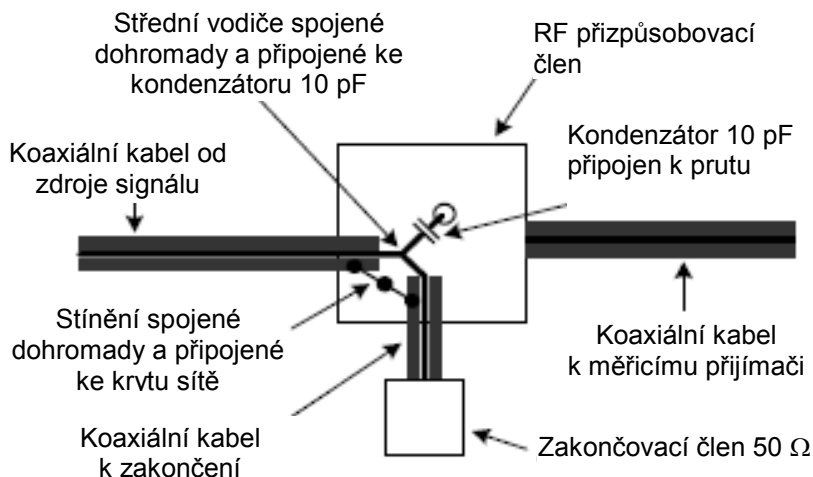
OBRÁZEK NRE02-5 – Základní uspořádání zkoušky



OBRÁZEK NRE02-6 – Umístění antén



Obrázek NRE02-7 – Násobné umístění antén



POZNÁMKY

- 1 Žádný spoj nesmí být delší než 5 cm.
- 2 Při ověřování úrovně injektovaného signálu se musí zátěž 50 Ω nahradit měřícím přijímačem 50 Ω .
- 3 U některých antén se musí použít přizpůsobovací kondenzátor 10 pF.

OBRÁZEK NRE02-8 – Kalibrace prutové antény

8.6.31 NRE03 – Vyzařované emise, rušivé a harmonické produkty na anténních výstupech, 10 kHz až 40 GHz

8.6.31.1 Použitelnost NRE03

Požadavek je použitelný jako alternativa k NCE03 při zkouškách vysílačů s jejich zamýšlenými anténami. Přednost se dává zkoušce NCE03, ledažby provedení zařízení nebo podsystému tuto zkoušku znemožňovalo. Požadavky zkoušky se nevztahují na pracovní kmitočtový rozsah zařízení a interval $\pm 5\%$ v okolí základního kmitočtu. Počáteční kmitočet zkoušky závisí na rozsahu pracovních kmitočtů zkoušeného zařízení a určuje se podle tabulky NRE03-1.

TABULKA NRE03-1 – Rozsah provozních kmitočtů EUT

Rozsah pracovních kmitočtů EUT	Počáteční kmitočet zkoušky
10 kHz až 3 MHz	10 kHz
3 MHz až 300 MHz	100 kHz
300 MHz až 3 GHz	1 MHz
3 GHz až 40 GHz	10 MHz

Konečný kmitočet zkoušky je 40 GHz nebo 20násobek nejvyššího pracovního generovaného nebo přijímaného kmitočtu zkoušeného zařízení podle toho, který je nižší.

Pro zařízení, která používají vlnovod, se požadavky neuplatňují na kmitočty nižší než 8/10 mezního kmitočtu vlnovodu. Podrobnější informace jsou uvedeny v článku 8.6.9.21.

8.6.31.2 Mezní hodnoty NRE03

Harmonické složky, s výjimkou druhé a třetí, a všechny ostatní rušivé emise musí být nejméně o 80 dB nižší než úroveň základního kmitočtu. Druhá a třetí harmonická složka musí být potlačena na úroveň – 20 dBm nebo o 80 dB, podle toho, která vyžaduje menší potlačení.

8.6.31.3 Zkušební postup NRE03

8.6.31.3.1 Účel

Zkouška se používá pro ověření, zda vyzařované rušivé a harmonické emise nepřekračují specifikované mezní hodnoty.

8.6.31.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) měřicí přijímač,
- b) útlumové členy, 50 Ω ,
- c) antény,
- d) pásmové zádrže,
- e) signálové generátory,

- f) měřič výkonu.

8.6.31.3.3 Provedení

Pokud není nutné zkušební uspořádání zkoušeného zařízení uvedené na obrázcích 501-2 až 501-6 a popsané v článku 8.6.6.8, může se zkouška uspořádat následovně:

- a) Kalibrace: Uspořádat a nastavit zapojení režimu kalibrace dle obrázku NRE03-1 nebo NRE03-2.
- b) Zkouška zařízení: Uspořádat a nastavit zapojení režimu měření dle obrázku NRE03-1 nebo NRE03-2.

8.6.31.3.4 Postup

Zkušební postup musí být následující:

- a) Měření se musí pro vysílaný kmitočet provést v podmínkách vzdáleného pole. Jetedy nutno nejprve pomocí následujících vztahů vypočíst potřebnou vzdálenost:

R = vzdálenost mezi vysílací a přijímací anténou,

D = maximální fyzický rozměr vysílací antény,

d = maximální fyzický rozměr přijímací antény,

λ = vlnová délka vysílaného kmitočtu.

Všechny rozměry jsou v metrech.

Pro vysílané kmitočty menší nebo rovné 1,24 GHz se musí použít větší měřicí vzdálenost, než vzdálenost vypočtená následujícími vztahy:

$$R = 2 \cdot D^2 / \lambda$$

$$R = 3 \cdot \lambda$$

Pro vysílané kmitočty vyšší než 1,24 GHz se musí vzdálenost mezi anténami určit následovně:

Pokud je $2,5 \cdot D < d$ použít vztah $R = 2 \cdot D^2 / \lambda$

Pokud je $2,5 \cdot D \geq d$ použít vztah $R = (D+d)^2 / \lambda$

- b) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- c) Kalibrace
 - 1) Přivést známý kalibrační signál se základním kmitočtem (f_0) z generátoru do měřicího systému nastaveného do režimu kalibrace.
 - 2) Spustit skenování, které se použije při zkoušce. Ověřit, že záznamové zařízení indikuje úrovně uvnitř intervalu ± 3 dB očekávané úrovně.
 - 3) Pokud jsou indikovány úrovně mimo výše uvedený interval, zjistit zdroj chyby a před provedením měření provést úpravu.
 - 4) Výše uvedené kroky 1) až 3) opakovat pro dva další kmitočty zkušebního rozsahu.

d) Měření zkoušeného zařízení

- 1) Zapnout zkoušené zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- 2) Naladit zkoušené zařízení na požadovaný zkušební kmitočet a pro dokončení postupu nastavit měřicí systém do režimu měření.
- 3) Naladit měřicí přijímač na požadovaný zkušební kmitočet (f_0) a nastavit maximální indikaci.
- 4) U vysílačů, kde je možno vložit měřič výkonu, určit modulovaný výstupní výkon vysílače P po spuštění vysílání. Úroveň výstupního výkonu přepočíst do logaritmického měřítka dB s referenční hodnotou 1 W (dBW). Dále vypočíst efektivní vyzařovaný výkon (ERP) přidáním zisku antény zkoušeného zařízení k výše uvedené hodnotě. Hodnotu zaznamenat pro porovnání s hodnotou získanou v kroku d) 6) článku 8.6.31.3.4.

- 5) Zapnout vysílač s požadovaným druhem modulace. Naladit měřicí přijímač na vysílaný kmitočet, pro maximální výstupní indikaci. Pokud jsou jedna nebo obě antény směrové, srovnat je z hlediska elevace a azimutu tak, aby se dosáhlo maximální úrovně. Doporučuje se verbální komunikace obsluhy pomocí radiových pojítek. Zaznamenat maximální hodnotu měřicího přijímače a použitou rozlišovací šířku pásma.
- 6) Z naměřené hodnoty U vypočíst ERP v dBW pomocí následujícího vztahu:

$$ERP = U + 20 \cdot \log(R) + AF - 135$$

kde

U = hodnota zaznamenaná měřicím přijímačem v $\text{dB}\mu\text{V}$,

R = vzdálenost mezi vysílací a přijímací anténou v metrech,

AF = anténní faktor přijímací antény v dB (1/m).

Srovnat vypočtenou hodnotu s hodnotou získanou v kroku d)4) článku 8.6.31.3.4. Obě hodnoty se nesmí lišit více než o ± 3 dB. Pokud rozdíl přesahuje ± 3 dB, zkontrolovat zkušební sestavu z hlediska měřicí vzdálenosti, kalibrační amplitudy, monitorování výkonu vysílače, naladění kmitočtu nebo driftu a srovnání os obou antén. Předpokládá se, že pokud jsou výsledky v toleranci ± 3 dB, stává se ERP referenční hodnotou pro všechny amplitudy rušivých a harmonických emisí pro určení shody s normativními mezními hodnotami.

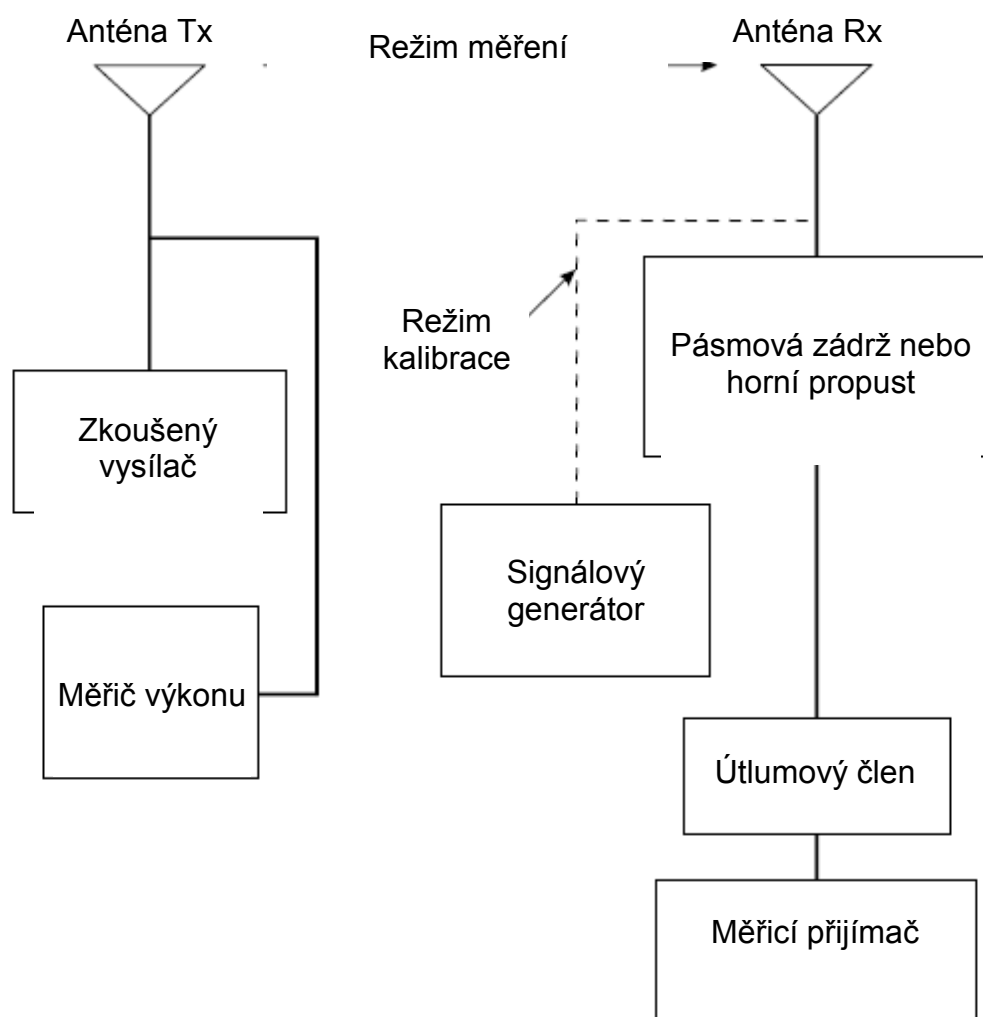
- 7) Při použití pásmové zádrže naladěné na kmitočet f_0 prohledat pomocí měřicího přijímače celý zkušební kmitočtový rozsah a zaznamenat všechny vyzařované rušivé a harmonické emise. Pro každou zjištěnou rušivou nebo harmonickou složku je nutno pomocí nastavení výšky a polarity antény zjistit maximální vyzařovanou hodnotu. Při měření použít stejnou rozlišovací šířku pásma jako při měření základního kmitočtu v kroku d) 5) článku 8.6.31.3.4.

- 8) Ověřit, že rušivé složky jsou skutečně způsobeny zkoušeným zařízením a ne zkušebním zařízením nebo pozadím.
- 9) Vypočítat ERP každé rušivé složky. Započítat všechny korekční faktory útlumu kabelů, zisků zesilovačů, filtrů a útlumových členů.
- 10) Výše uvedené kroky 2) až 9) opakovat pro každý kmitočet f_0 zkoušeného zařízení.

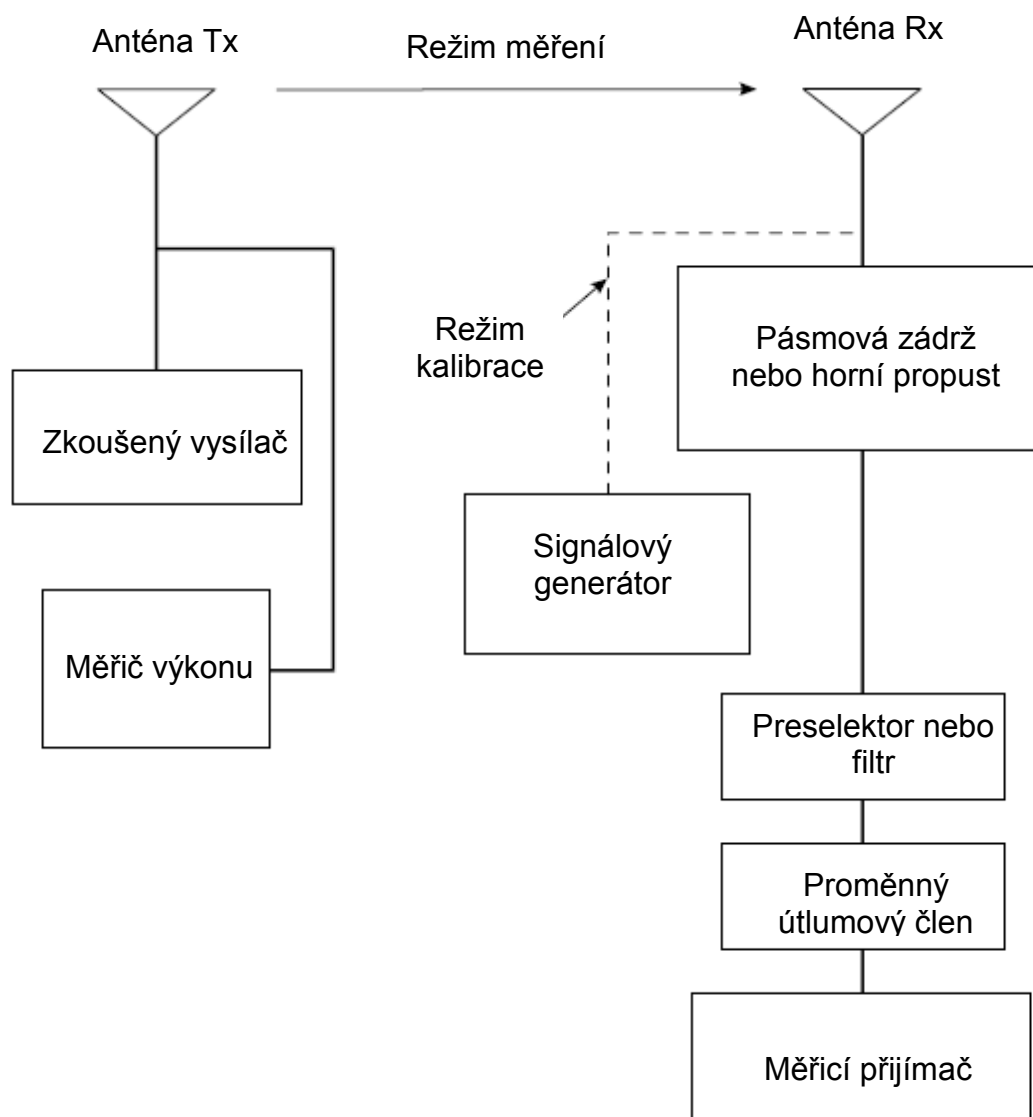
8.6.31.3.5 Presentace výsledků

Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

- a) Vytvořit tabulku, která musí obsahovat základní kmitočty (f_0) a kmitočty všech naměřených rušivých a harmonických emisí, úroveň monitorovaného výkonu a ERP základního kmitočtu, ERP všech měřených rušivých a harmonických emisí, poklesů úrovní v dB a všechny korekční faktory útlumu kabelů, útlumových členů, zisků zesilovačů, pásmových zádrží a zisků antén.
- b) Relativní hodnoty poklesů úrovní v dB se určí jako rozdíl úrovní získaných v kroku d)6) a d)9) článku 8.6.31.3.4.



OBRÁZEK NRE03-1 – Kalibrační a měřicí uspořádání pro vyzařované harmonické a rušivé emise v pásmu 10 kHz až 1 GHz



OBRÁZEK NRE03-2 – Kalibrační a měřicí uspořádání pro vyzařované harmonické a rušivé emise v pásmu 1 GHz až 40 GHz

8.6.32 NRS01 – Susceptibilita na vyzařované emise, magnetické pole, 30 Hz až 100 kHz

8.6.32.1 Použitelnost NRS01

Požadavek je použitelný pro kryty zařízení a podsystémů včetně připojených elektrických kabelů. Zkouška se nepoužívá pro elektromagnetickou vazbu prostřednictvím antén. Zkouška se provádí u všech zařízení, u kterých se předpokládá instalace do letadel, pozemních prostředků a všech zařízení umístěných na lodích. Pokud se zkoušené zařízení skládá z několika jednotek, musí se každá jednotka zkusit zvlášť. Propojovací kabely nejsou předmětem zkoušky. Podrobnější informace jsou uvedeny v článku 8.6.9.21.

8.6.32.2 Mezní hodnoty NRS01

Zkoušené zařízení nesmí po použití zkušebních magnetických polí specifikovaných na obrázcích NRS01-1 a NRS01-2 vykazovat žádné chyby, poruchy funkce nebo odchylky od specifikovaných parametrů mimo toleranční interval uvedený v technických specifikacích jednotlivých zařízení nebo podsystémů.

8.6.32.3 Zkušební postup NRS01

8.6.32.3.1 Účel

Zkušební postup se používá pro ověření schopnosti zkoušeného zařízení odolávat vyzařovaným magnetickým polím.

8.6.32.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) zdroj signálu,
- b) vyzařovací smyčková anténa s následujícími parametry:
 - 1) Průměr: 120 mm.
 - 2) Počet závitů: 20.
 - 3) Vodič: průměr 2 mm, izolovaná měď.
 - 4) Hustota magnetické indukce: $9,7 \cdot 10^7$ pT/A při daném proudu a ve vzdálenosti 50 mm od roviny smyčky.
- c) měřicí smyčková anténa s následujícími parametry:
 - 1) Průměr: 40 mm.
 - 2) Počet závitů: 51.
 - 3) Vodič: 7-41 Litz (lanko složené ze 7 pramenů o průměru 0,07 mm).
 - 4) Stínění: elektrostatické.
 - 5) Korekční faktor: Viz údaje výrobce v dBpT.
- d) měřicí přijímač nebo úzkopásmový voltmetr,
- e) proudová sonda,
- f) LISN 50 μ H.

8.6.32.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Typické uspořádání zkoušeného zařízení je uvedeno na obrázcích 501-3 až 501-6 a popsáno v článku 8.6.6.8.
- b) Kalibrace. Pro kontrolu měřicího řetězce uspořádat zkoušené zařízení podle obrázku NRS01-3.
- c) Měření zkoušeného zařízení. Zkoušené zařízení uspořádat podle obrázku NRS01-4.

8.6.32.3.4 Postup

Zkušební postup musí být následující:

- a) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Kalibrace.
 - 1) Nastavit zdroj signálu na kmitočet 1 kHz a výstupní úroveň nastavit tak, aby magnetická indukce, zjišťovaná měřicím přijímačem A a vztahy v kroku b)4) článku 8.6.32.3.2, byla 110 pT.
 - 2) Pomocí měřicího přijímače B změřit napětí na výstupu měřicí smyčkové antény.
 - 3) Ověřit, že na výstupu měřicího přijímače B je očekávaná úroveň s tolerancí ± 3 dB včetně anténního faktoru a hodnotu zaznamenat.
- c) Měření zkoušeného zařízení.
 - 1) Zapnout zkoušené zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
 - 2) Zkušební kmitočty zvolit následujícím postupem:
 - (a) Umístit smyčkovou měřicí anténu 50 mm od povrchu zkoušeného zařízení nebo konektoru, který se má ověřit. Rovinu smyčky orientovat rovnoběžně s povrchem zkoušeného zařízení a osou konektoru.
 - (b) Smyčku napájet odpovídajícím proudem tak, aby se generovalo magnetické pole s úrovní nejméně o 10 dB vyšší než použité zkušební meze a aby proud nepřesáhl 15 A (183 dBpT).
 - (c) Procházet použitý kmitočtový rozsah 3krát vyšší rychlostí než je rychlost uvedená v tabulce 501-6.
 - (d) Pokud se zjistí nějaké reakce, zvolit nejméně tři zkušební kmitočty/oktávu v pásmech, kde se zjistily maximální reakce.
 - (e) Pro zjištění místa a kmitočtů, kde zkoušené zařízení vykazuje susceptibilitu, posouvat smyčku postupně tak, aby pokryla každou plochu 30 x 30 cm na všech površích zkoušeného zařízení a každý propojovací konektor a opakovat výše uvedené kroky (c) a (d).
 - (f) Ze všech kmitočtů, kde byla ve všech uvedených krocích (c) až (e) zjištěna reakce, zvolit v použitém kmitočtovém rozsahu 3 kmitočty/oktávu.
 - 3) Do vyzařovací smyčkové antény přivést proud, který odpovídá požadovaným zkušebním úrovním pro každý kmitočet určený ve výše uvedeném kroku (f). Při zachování vzdálenosti 50 mm od povrchu zkoušeného zařízení nebo konektoru pohybovat smyčkou tak, aby se zjistilo místo susceptibility se zvláštní pozorností věnovanou místům zjištěným ve výše uvedeném kroku (e). Tímto způsobem ověřit, zda se nevyskytuje susceptibilita.

8.6.32.3.5 Prezentace výsledků

Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

- a) Vytvořit tabulku, která obsahuje údaje o kalibraci vyzařovací smyčkové antény z kroku b) článku 8.6.32.3.
- b) Vytvořit tabulku, nákresy nebo fotografie, které obsahují použité zkušební kmitočty a umístění zkušební antény zjištěné v krocích c)2)(e) až c)2)(f) článku 8.6.32.3.4.
- c) Graficky nebo v tabulce uvést údaje o kmitočtech a prahových úrovních susceptibility.

8.6.32.4 Alternativní zkušební postup NRS01 – střídavé Helmholtzovy cívky

Tato zkouška může nahradit zkušební postup uvedený v článku 8.6.32.3 za předpokladu, že velikost zkoušeného zařízení odpovídá požadavku uvedenému v kroku b) článku 8.6.32.4.3.

8.6.32.4.1 Účel

Tato zkouška je alternativní metodou pro ověření schopnosti zkoušeného zařízení odolávat vyzařovanému magnetickému poli.

8.6.32.4.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) zdroj signálu,
- b) sériově vinuté Helmholtzovy cívky,
- c) měřicí smyčkovou anténu s následujícími parametry (stejně jako v případě zkoušky NRE01):
 - 1) Průměr: 133 mm.
 - 2) Počet závitů: 36.
 - 3) Vodič: 7-41 Litz vodič (lanko, 7 vodičů o průměru 0,07 mm).
 - 4) Stínění: elektrostatické.
 - 5) Korekční faktory: Viz údaje výrobce v dBpT.
POZNÁMKA Povoluje se, aby smyčková měřicí anténa měla jiné, než výše uvedené charakteristiky za předpokladu, že použitá smyčka je menší než 1,1 poloměru Helmholtzových cívek a korekční faktor odpovídá národní normě.
- d) měřicí přijímač nebo úzkopásmový voltmetr,
- e) proudovou sondu,
- f) LISN 50 μ H.

8.6.32.4.3 Uspořádání

Uspořádání musí být následující:

- a) Typické uspořádání zkoušeného zařízení je uvedeno a popsáno na obrázcích 501-3 až 501-6 a v článku 8.6.6.8.
- b) Kalibrace.
 - 1) Uspořádat vyzařovací systém podle obrázku NRS01-5. Zvolit takovou vzdálenost cívek, aby odpovídala rozměrům zkoušeného předmětu.
 - 2) Pro zkoušené zařízení, které má menší rozměry než poloměr jedné cívky, použít standardní uspořádání Helmholtzových cívek (cívky jsou od sebe vzdáleny o poloměr jedné cívky). Měřicí smyčkovou anténu umístit do středu zkušebního místa.
 - 3) Pro zkoušené zařízení, které má větší rozměry než poloměr jedné cívky, použít volitelné uspořádání. Použít takové uspořádání, kdy rovina strany zkoušeného zařízení je nejméně 50 mm od roviny cívek tak, aby vzdálenost mezi cívkami nepřesahovala 1,5 poloměru. Měřicí smyčkovou anténu umístit do středu zkušebního místa.
- c) Měření zkoušeného zařízení
 - 1) Uspořádat zkoušku podle obrázku NRS01-6 se stejným umístěním Helmholtzových cívek, jako v případě kalibrace v kroku b) článku 8.6.32.4.3.
 - 2) Umístit cívky tak, aby rovina strany zkoušeného zařízení byla rovnoběžná s rovinou cívek.

8.6.32.4.4 Postup

Postup při zkoušce musí být následující:

- a) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Kalibrace.
 - 1) Nastavit zdroj signálu na kmitočet 1 kHz a nastavit výstupní úroveň tak, aby magnetická indukce, ověřovaná měřicím přijímačem A, byla 110 pT.
 - 2) Pomocí měřicího přijímače B změřit napětí na výstupu měřicí smyčkové antény.
 - 3) Ověřit, že na výstupu měřicího přijímače B je očekávaná úroveň s tolerancí ± 3 dB včetně anténního faktoru a hodnotu zaznamenat.
- c) Měření zkoušeného zařízení.
 - 1) Zapnout zkoušené zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
 - 2) Následujícím postupem zvolit zkušební kmitočty:

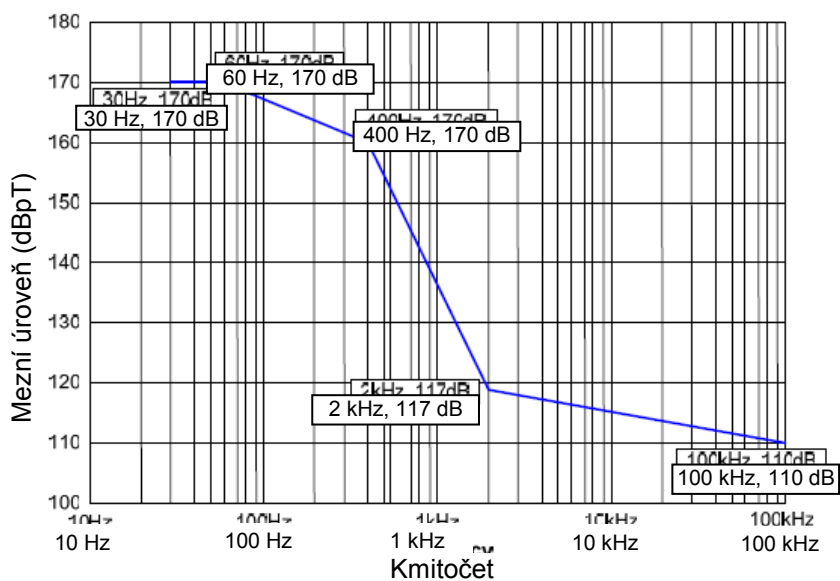
- (a) Smyčku napájet odpovídajícím proudem tak, aby se generovalo magnetické pole s úrovní nejméně o 6 dB vyšší než použité zkušební meze.
 - (b) Procházet použitý kmitočtový rozsah 3krát vyšší rychlostí než je rychlost uvedená v tabulce 501-6.
 - (c) Pokud se zjistí libovolné reakce, zvolit nejméně tři zkušební kmitočty/oktávu v pásmech, kde se zjistily maximální reakce.
 - (d) Pro zjištění místa a kmitočtů, kde zkoušené zařízení vykazuje susceptibilitu přemísťovat Helmholtzovy cívky tak, aby se pokryla každá plocha zkoušeného zařízení (ve všech třech osách), včetně propojovacích konektorů a opakovat výše uvedené kroky (b) a (c).
 - (e) Ze všech kmitočtů, kde byla ve výše uvedených krocích (b) a (d) zjištěna reakce, zvolit v použitém kmitočtovém rozsahu 3 kmitočty/oktávu.
- 3) Pro každý kmitočet určený ve výše uvedeném kroku (e) přivést proud, který odpovídá požadovaným zkušebním úrovním NRS01 do Helmholtzových cívek. Při zachování vzdálenosti 50 mm od povrchu zkoušeného zařízení nebo konektoru pohybovat cívkami tak, aby se zjistilo citlivé místo se zvláštní pozorností věnovanou místům zjištěným ve výše uvedeném kroku (d). Tímto způsobem ověřit, zda se nevyskytuje susceptibilita.

8.6.32.4.5 Prezentace výsledků

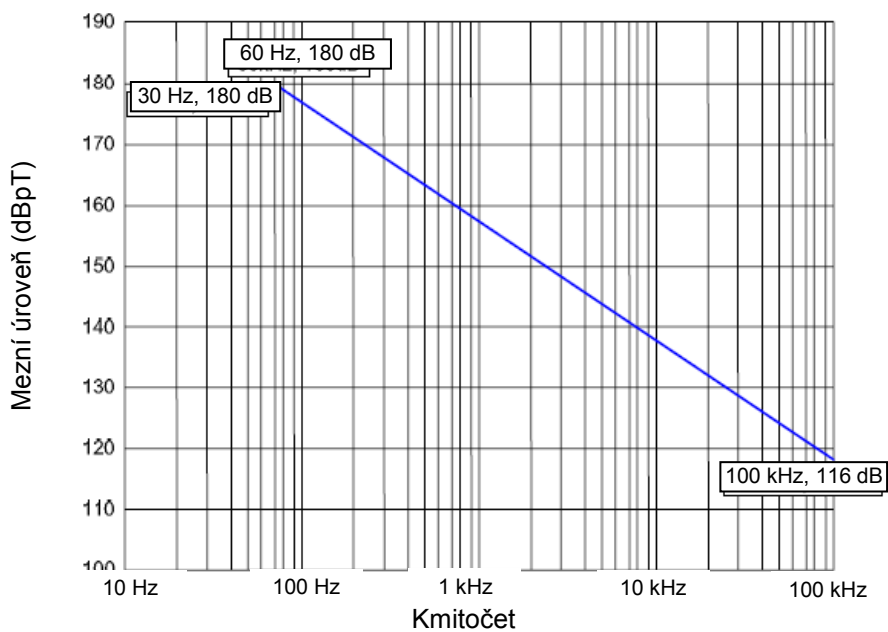
Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

- a) Vytvořit tabulku, která obsahuje údaje o kalibraci Helmholtzových cívek z kroku b) článku 8.6.32.4.4.
- b) Vytvořit tabulku, nákresy nebo fotografie, které obsahují použité zkušební kmitočty a umístění zkušební antény zjištěné v krocích c) 2) (d) a c) 2) (e) článku 8.6.32.4.4.

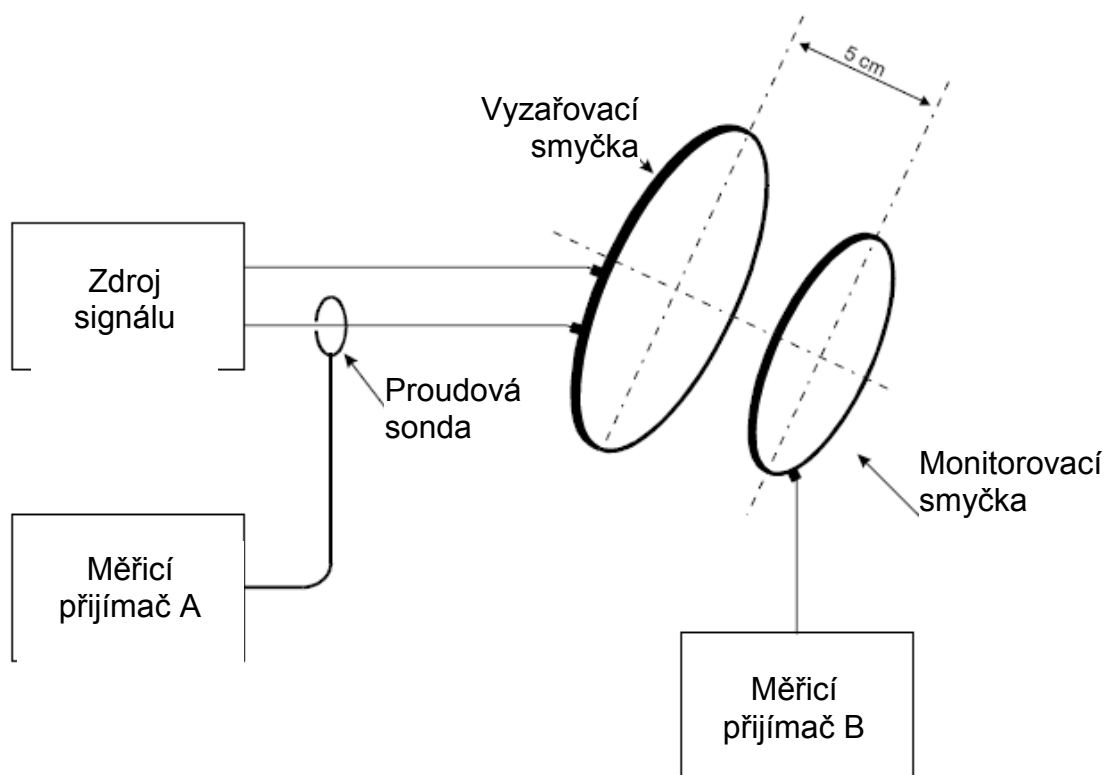
Graficky nebo v tabulce uvést údaje o kmitočtech a prahových úrovních susceptibility.



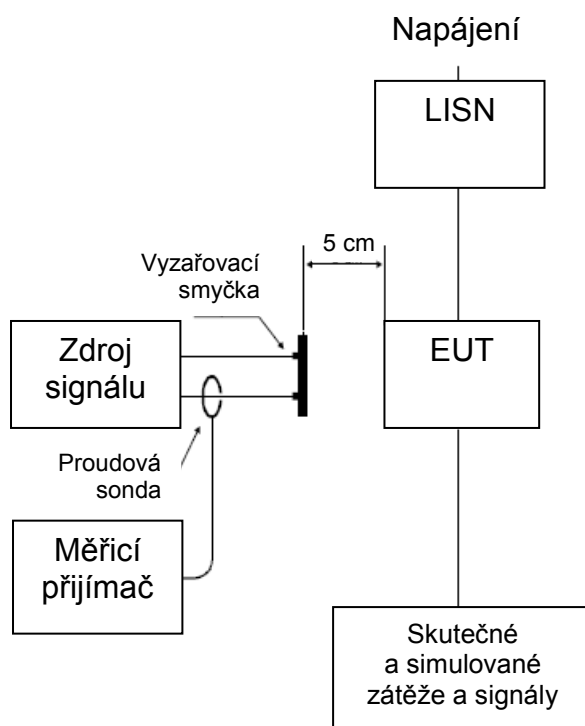
OBRÁZEK NRS01-1 – Mezní hodnoty pro letecké a námořní aplikace



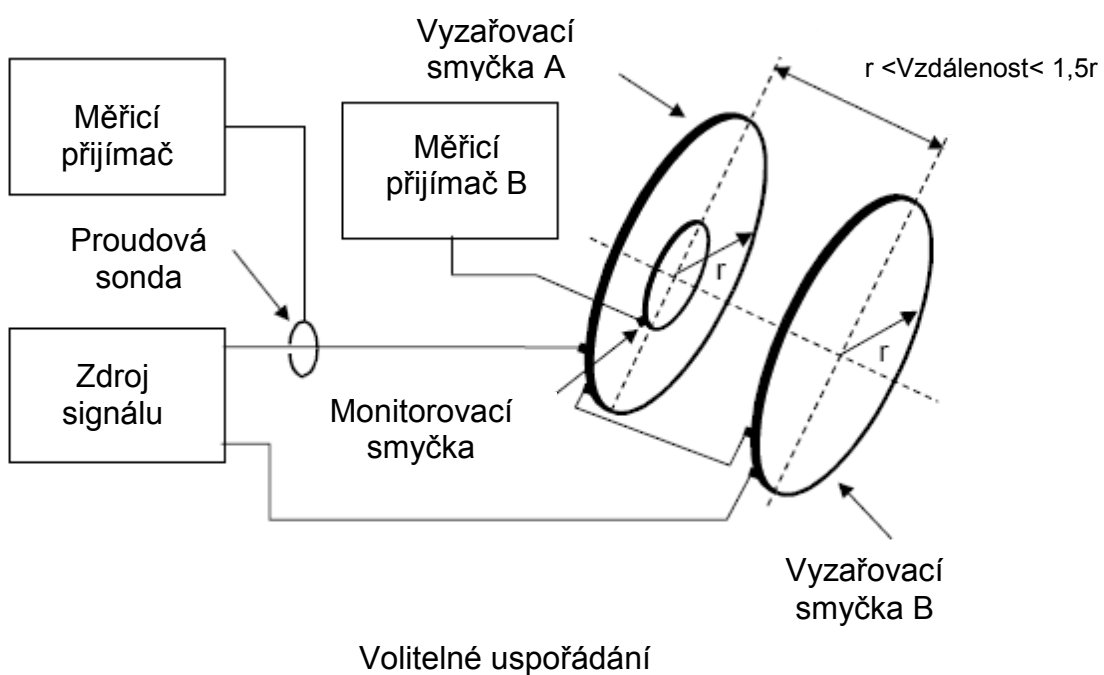
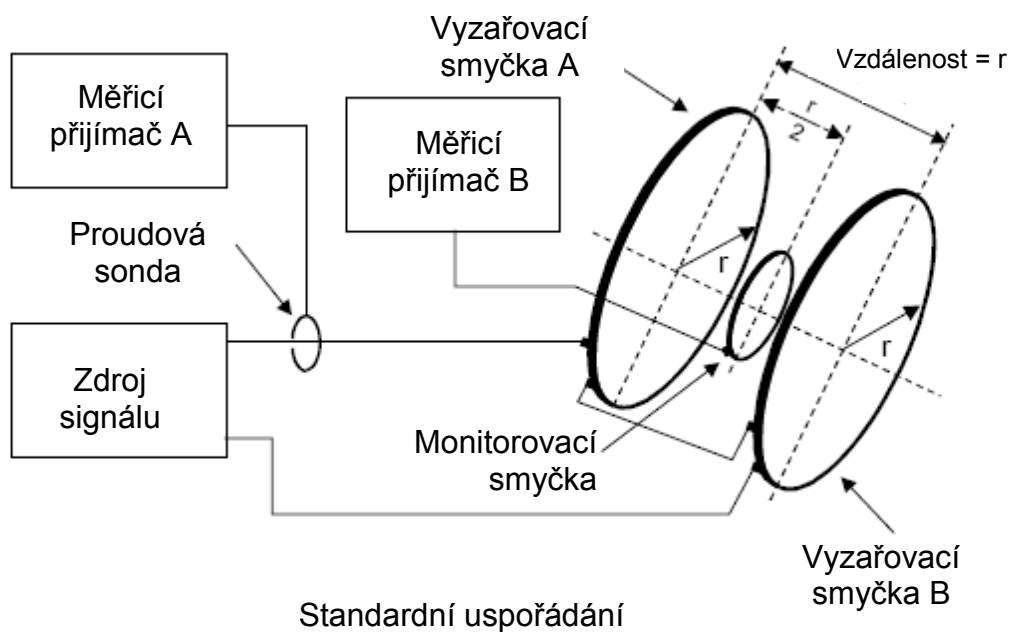
OBRÁZEK NRS01-2 – Mezní hodnoty pro pozemní aplikace



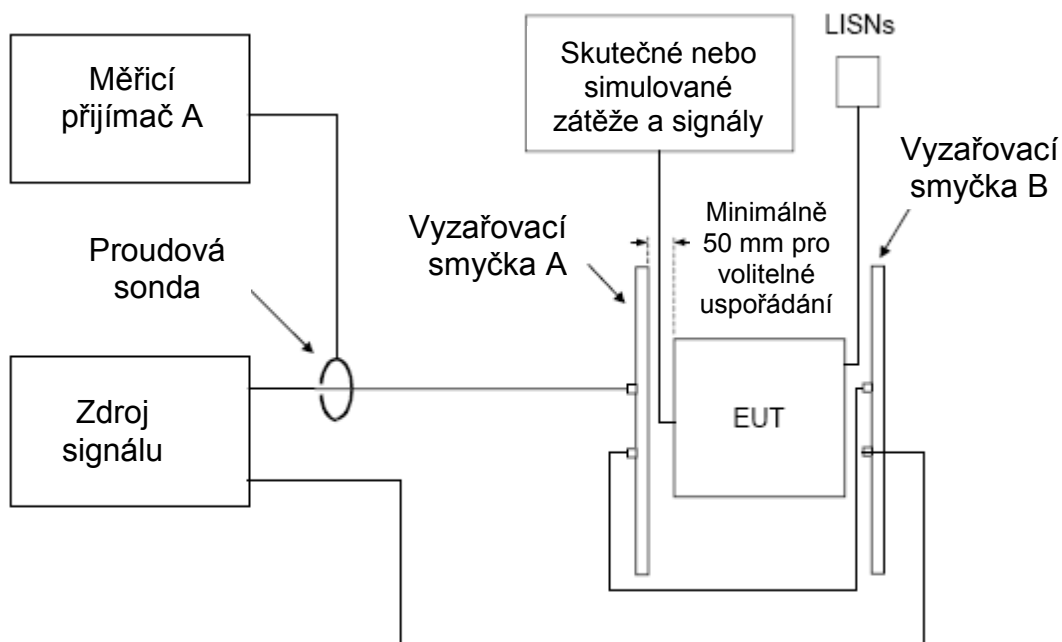
OBRÁZEK NRS01-3 – Kalibrace vyzařovacího systému



OBRÁZEK NRS01-4 – Základní uspořádání při zkoušce



OBRÁZEK NRS01-5 – Kalibrace Helmholtzových cívek



POZNÁMKA Zobrazena je pouze jedna poloha osy ze tří požadovaných

OBRÁZEK NRS01-6 – Zkušební sestava s Helmholtzovými cívkami

8.6.33 NRS02 –Susceptibilita na vyzařované emise, elektrické pole, 2 MHz až 40 GHz

8.6.33.1 Použitelnost NRS02

Požadavek je použitelný pro ověření susceptibility přes kryty zařízení a podsystémů včetně propojovacích kabelů. Zkoušky v kmitočtovém pásmu 2 MHz až 1 GHz se používají pro všechny aplikace, zkoušky v kmitočtovém pásmu nad 1 GHz pouze na doporučení akvizičního orgánu. Zkoušky se neprovádí na kmitočtech vyšších než 40 GHz.

Zkoušky se obvykle provádí od kmitočtu 2 MHz. Pokud jsou ovšem přítomny vysílače, které pracují na kmitočtech nižších než 2 MHz, je možno v rámci akvizičního procesu zvolit i kmitočet nižší.

Není požadavek na zkoušky pro přeladitelné přijímače s připojenými anténami, s výjimkou lodí a ponorek.

Podrobnější informace jsou uvedeny v článku 8.6.9.23

Zkoušky se musí provádět u zařízení, které zajišťují bezpečnost a které obsahují obvody způsobující efekt okna, což je nutné uvést ve zkušebním plánu (EMITP).

POZNÁMKY

- 1 Počáteční kmitočet této zkoušky může určit národní autorita.

2 Zkouška pro zjištění efektu okna se bude provádět v následující zkoušce podle požadavku. Viz článek 8.6.6.10.4.1.

8.6.33.2 Mezní hodnoty NRS02

Zkoušené zařízení nesmí po aplikaci zkušebních elektrických polí uvedených v tabulce NRS02-1 a modulovaných podle následujících specifikací, vykazovat žádné chyby, poruchy funkce nebo odchylky od specifikovaných parametrů mimo toleranční interval uvedený v technických specifikacích jednotlivých zařízení nebo podsystémů. Pro kmitočty nad 30 MHz se musí použít horizontálně i vertikálně polarizované pole. Zkušební pole s kruhovou polarizací není použitelné.

8.6.33.3 Zkušební postup NRS02

8.6.33.3.1 Účel

Zkušební postup se používá pro ověření, že zkoušené zařízení a propojovací kabely jsou schopny odolávat elektrickým polím.

8.6.33.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) generátor signálu,
- b) výkonový zesilovač,
- c) přijímací antény,
- d) vysílací antény,
- e) snímač elektrického pole (fyzicky malý – elektricky krátký),
- f) měřicí přijímač,
- g) měřič výkonu,
- h) směrový vazební člen,
- i) útlumový člen,
- j) záznamové zařízení,
- k) LISN 50 μ H.

8.6.33.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Typické uspořádání zkoušeného zařízení je uvedeno na obrázcích 501-2 až 501-6 a popsáno v článku 8.6.6.8.
- b) Pro kalibraci elektrického pole se vyžaduje snímač elektrického pole od 2 MHz do 1 GHz. Pro kmitočty nad 1 GHz se může použít buď snímač, nebo přijímací anténa (viz odrážky c) a e) článku 8.6.33.3.2).
- c) Uspořádat zkušební zařízení podle obrázku NRS02-1.
- d) Kalibrace.

- 1) Umístění snímače elektrického pole (viz krok b) článku 8.6.32.3.3). Snímač umístit přímo proti vysílací anténě ve vzdálenosti 1 m, jak je uvedeno na obrázcích NRS02-2 a NRS02-3, minimálně 0,3 m nad zemní plochu. Snímač neumístit přímo proti rohům nebo hranám zkoušeného zařízení.
 - 2) Umístění přijímací antény (viz krok b) článku 8.6.32.3.3). Před uspořádáním zkoušeného zařízení umístit přijímací anténu na dielektrický stativ tak, jak je uvedeno na obrázku NRS02-4, aby poloha a výška antény nad zemní rovinou byla stejná jako střed zkoušeného zařízení.
- e) Měření zkoušeného zařízení.
- 1) Umístění vysílací antény. Vysílací anténa musí být umístěna 1 m od hranice zkoušeného zařízení následovně:
 - (a) 2 MHz až 200 MHz
 - (1) Hranice zkoušeného zařízení ≤ 3 m. Vystředit anténu mezi strany hranic zkušební sestavy. Hranice obsahují všechny povrchy zkoušeného zařízení a 2 m propojovacích kabelů nebo napájecích vodičů požadovaných v článku 8.6.6.8.6. Propojovací vodiče kratší než 2 m se použijí pouze v případě, že představují rozměr použitý ve skutečné instalaci.
 - (2) Hranice zkoušeného zařízení > 3 m. Použít několik poloh antény (N) se stejným umístěním jak je uvedeno na obrázku NRS02-3. Počet poloh antény (N) se určí dělením délky hranice zkoušeného zařízení (m) třemi a zaokrouhlením na nejbližší vyšší celé číslo.
 - (b) 200 MHz a vyšší. Požaduje se několik poloh antény, tak jak je uvedeno na obrázku NRS02-2. Počet poloh se určí následujícím způsobem:
 - (1) Umístit anténu v potřebném počtu míst tak, aby celá délka příslušné hranice zkoušeného zařízení a prvních 0,35 m kabelů a vodičů vedoucích ke zkoušenému zařízení byla uvnitř vyzařovacího laloku antény určeného poklesem o 3 dB.
 - (2) Zkoušky na kmitočtech vyšších než 1 GHz: Umístit anténu v potřebném počtu míst tak, aby celá délka příslušné hranice zkoušeného zařízení a prvních 7 cm kabelů a vodičů vedoucích ke zkoušenému zařízení byla uvnitř vyzařovacího laloku antény určeného poklesem o 3 dB.
 - 2) Umístit snímač elektrického pole jak je uvedeno v kroku d) 1) článku 8.6. 32.3.3.

8.6.33.3.4 Postup

Zkušební postup musí být následující:

- a) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Označit oblast, ve které se může vyskytnout potenciální nebezpečí úrazu RF proudem a provést kroky pro zajištění bezpečnosti obsluhy při zkoušce.
- c) Kalibrace.
 - 1) Použití snímače elektrického pole. Zaznamenat amplitudu uvedenou na displeji snímače jako elektrické pozadí v okolí zkoušeného zařízení. Přesouvat snímač tak dlouho, dokud naměřená hodnota není o 10 % menší než použitá zkušební úroveň pole.
 - 2) Použití měřicí antény (> 1 GHz).
 - (a) Připojit signálový generátor ke koaxiálnímu kabelu přijímací antény (přijímací anténa je odpojena). Nastavit nejvyšší kmitočet zkušebního rozsahu na úroveň 0 dBm. Na měřicím přijímači nastavit stejný kmitočet.
 - (b) Ověřit, že záznamové zařízení indikuje úroveň uvnitř intervalu ± 3 dB nastavené úrovně. Pokud jsou indikovány úrovně mimo výše uvedený interval, zjistit zdroj chyby a před měřením provést úpravu.
 - (c) Připojit přijímací anténu místo signálového generátoru podle obrázku NRS02-4. Na zdroji signálu nastavit impulzní modulaci 1 kHz se střídou 50 %. Pomocí vhodné vysílací antény a výkonového zesilovače vytvořit elektrické pole s počátečním zkušebním kmitočtem. Úroveň intenzity elektrického pole postupně zvyšovat, dokud není dosažena požadovaná zkušební úroveň.
 - (d) Procházet zkušební kmitočtový rozsah a zaznamenat úrovně generátoru, které jsou potřebné pro dosažení potřebných zkušebních úrovní pole.
 - (e) Výše uvedené kroky (a) až (d) opakovat, kdykoliv se změní uspořádání nebo anténa.
- d) Měření zkoušeného zařízení
 - 1) Použití snímače elektrického pole.
 - (a) Na zdroji signálu nastavit impulzní modulaci 1 kHz se střídou 50 %. Pomocí vhodné vysílací antény a výkonového zesilovače vytvořit elektrické pole s počátečním zkušebním kmitočtem. Úroveň elektrického pole postupně zvyšovat, dokud není dosažena požadovaná zkušební úroveň.
 - (b) Procházet požadované kmitočtové rozsahy rychlostí a s dobou prodlevy uvedenými v tabulce 501-6. Úrovně zkušebního pole nastavit tak, aby odpovídaly požadovaným mezním zkušebním hodnotám. Zkoušení zařízení sledovat z hlediska susceptibility.

- (c) Ověřit, že snímač pole zaznamenává intenzitu pole základního kmitočtu a ne harmonických složek.
- 2) Použití přijímací antény.
- (a) Odpojit přijímací anténu a přemístit zkoušené zařízení podle kroku a) článku 7.32.3.3.
- (b) Na zdroji signálu nastavit impulzní modulaci 1 kHz se střídou 50 %. Pomocí odpovídajícího zesilovače a vysílací antény vytvořit elektrické pole s počátečním zkušebním kmitočtem. Úroveň elektrického pole postupně zvyšovat dokud není dosažena požadovaná zkušební úroveň.
- (c) Procházet zkušební kmitočtový rozsah a zaznamenat úrovně generátoru, které jsou potřebné pro dosažení potřebných zkušebních úrovní pole. Průběžně sledovat zkoušené zařízení z hlediska susceptibility.
- 3) Pokud se objeví reakce, určit prahovou úroveň podle článku 8.6.6.10.4.3 a ověřit, zda je vyšší než požadovaná mezní hodnota.
- 4) Provést ověření v celém požadovaném kmitočtovém rozsahu s vertikálně polarizovanou anténou. Pro kmitočty nad 30 MHz provést zkoušku i při horizontální polarizaci vysílací antény.
- 5) Opakovat krok d) článku 8.6.32.3.4 pro všechny polohy antény požadované v kroku e) článku 8.6.32.3.3.

POZNÁMKA Některé členské státy NATO požadují při zkoušce pro některé nebo všechny kmitočty další typy modulace. Je třeba tuto skutečnost konzultovat s akvizičním orgánem s ohledem na jiné požadované modulace, než je impulzní modulace s šířkou impulzu 1 μ s a opakovacím kmitočtem 1 kHz, která představuje vliv blízkých radiolokátorů.

8.6.33.3.5 Prezentace výsledků

Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

- a) Vytvořit tabulku nebo náčrt, obsahující zkušební kmitočtové rozsahy a úrovně.
- b) Vytvořit náčrt nebo tabulku obsahující údaje (pouze při použití měřicí antény) všech kalibračních postupů s ohledem na potřebné vstupní úrovně v závislosti na kmitočtu a výsledky kalibrace systému podle kroků c) 2) (c) a c) 2) (d) článku 8.6.32.3.4.
- c) Uvést náčrt nebo tabulku korekčních faktorů potřebných pro nastavení výstupu snímače, aby se zobrazila správná hodnota vrcholové úrovně modulovaného průběhu.
- d) Vytvořit náčrt nebo tabulku všech prahových hodnot susceptibility, které byly při zkoušce zjištěny, včetně příslušných kmitočtů.
- e) Uvést náčrty nebo fotografie ukazující skutečné zkušební uspořádání a příslušné rozměry.

8.6.33.4 Alternativní zkušební postup NRS02 – odrazová komora

Tento postup může v kmitočtovém rozsahu 200 MHz až 40 GHz nahrazovat postup uvedený v článku 8.6.32.1. Nejnižší použitelný zkušební kmitočet závisí na rozměrech odrazové (reverberační) komory. Při určení nejnižšího použitelného kmitočtu dané komory se pro určení možných režimů (N), které mohou na daném kmitočtu existovat, používá následující vztah. Pokud je pro daný kmitočet hodnota N menší než 100, není možno pro tento nebo nižší kmitočty komoru použít.

$$N = \frac{8\pi}{3} abd \frac{f^3}{c^3}$$

kde a , b a d jsou vnitřní rozměry komory v metrech,

f = kmitočet v Hz,

c = rychlost šíření ($3 \cdot 10^8$ m/s).

8.6.33.4.1 Účel

Zkouška je alternativním postupem pro ověření schopnosti zkoušeného zařízení a příslušné kabeláže odolávat elektrickým polím.

8.6.33.4.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) generátor signálu,
- b) výkonový zesilovač,
- c) přijímací antény:
 - 1) 200 MHz až 1 GHz, logaritmicko-periodická nebo trychtýřová anténa s dvojitým hřbetem.
 - 2) 1 GHz až 18 GHz, trychtýřová anténa s dvojitým hřbetem.
 - 3) 18 GHz až 40 GHz, další antény schválené akvizičním orgánem.
- d) vysílací antény,
- e) snímač elektrického pole (fyzicky malý – elektricky krátký),
- f) měřicí přijímač,
- g) měřič výkonu,
- h) směrový vazební člen,
- i) útlumový člen, 50 Ω,
- j) záznamové zařízení,
- k) LISN 50 μH.

8.6.33.4.3 Uspořádání

Zkušební uspořádání musí být následující:

- a) Umístit zkoušené zařízení do odrazové komory podle základního uspořádání zobrazeného na obrázcích 501-3 až 501-6 a popsaného v článku 8.6.6.8. Zkoušené zařízení musí být vzdáleno nejméně 1 m od stěn, ladicího prvku a antén umístěných v komoře.
- b) Pro kalibraci elektrického pole v kmitočtovém pásmu 200 MHz až 1 GHz se vyžaduje snímač elektrického pole (viz krok e) článku 8.6.33.4.2). V kmitočtovém pásmu nad 1 GHz se může použít snímač nebo přijímací anténa (viz kroky c) a e) článku 8.6.33.4).
- c) Uspořádat zkoušené zařízení podle obrázků NRS02-5 a NRS02-6. Pro kalibraci i pro měření se musí použít stejné uspořádání. Pro účely kalibrace a měření zkoušeného zařízení musí být obě antény, přijímací i vysílací umístěny v komoře, což platí i pro snímač elektrického pole. Nepoužitá přijímací anténa se musí zakončit zátěží 50 Ω.

8.6.33.4.4 Postup

Zkušební postup musí být následující:

- a) Kalibrace: Pro určení intenzity elektrického pole, které se vytvoří v komoře po injektáži daného množství RF energie, použít následující postup.

- 1) Použití měřicí antény.

- (a) Nastavit RF zdroj tak, aby se do komory injektoval požadovaný výkon (nemodulovaný) s počátečním zkušebním kmitočtem.
- (b) Pomocí měřicí antény a měřicího přijímače zjistit jeho úroveň.
- (c) Otáčet ladicí prvek o 360° s minimálním počtem kroků, určeným tabulkou NRS02-2. Zajistit, aby se v každém kroku ladicí prvek zastavil na nejméně 1,5násobek doby, kterou potřebuje měřicí přijímač pro měření.
- (d) Zaznamenat maximální amplitudu přijímaného signálu a následující vzorec použít pro výpočet kalibračního faktoru intenzity pole vytvořeného v komoře (P_{r-max} a $P_{forward}$ ve watttech, λ v metrech).

$$\text{Kalibrační faktor} = \frac{8\pi}{\lambda} \sqrt{5 \left(\frac{P_{r-max}}{P_{forward}} \right)} \quad \text{V/m (pro jeden watt)}$$

- (e) Postup opakovat s krokem menším než 2 % předchozího kmitočtu, dokud se nedosáhne 1,1násobku počátečního kmitočtu. Pak pokračovat s krokem menším než 10 % předchozího kmitočtu.

- 2) Použití snímače elektrického pole.

- (a) Nastavit RF zdroj tak, aby se do komory injektoval požadovaný výkon ($P_{forward}$) (nemodulovaný) s počátečním zkušebním kmitočtem.
- (b) Otáčet ladicí prvek o 360° s minimálním počtem kroků určeným tabulkou NRS02-2. Zajistit, aby se v každém kroku ladicí prvek

zastavil na nejméně 1,5násobek doby, kterou potřebuje měřicí přijímač pro měření.

- (c) Zaznamenat maximální amplitudu přijímací antény (P_{r-max}) a každého prvku snímače a pro výpočet kalibračního faktoru intenzity pole vytvořeného v komoře (odečet snímače V/m, $P_{forward}$ ve wattech, λ v metrech) použít následující vzorec.

$$\text{Kalibrační faktor} = \sqrt{\frac{E_{x-max} + E_{y-max} + E_{z-max}}{3}} \cdot \frac{1}{P_{forward}} \quad \text{V/m (pro jeden watt)}$$

- (d) Postup opakovat s krokem menším než 2 % předchozího kmitočtu dokud se nedosáhne 1,1 násobku počátečního kmitočtu. Pak pokračovat s krokem menším než 10 % předchozího kmitočtu.

- b) Měření zkoušeného zařízení. Pro měření se musí použít stejné antény jako pro kalibraci.
- 1) Zapnout měřicí zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
 - 2) Nastavit zdroj signálu na počáteční zkušební kmitočet s impulzní modulací 1 kHz a střídou 50 %.
 - 3) Vypočíst množství RF energie potřebné pro vytvoření odpovídající intenzity pole určením rozdílu (v dB míře jsou rozdíly stejné pro intenzitu pole i výkon, mezi intenzitou pole a výkonem je vztah vyjádřen jako čtverec reálného čísla) mezi požadovanou intenzitou pole a intenzitou pole získanou při kalibraci. Nastavit vrcholový výkon přiváděný do komory na tuto hodnotu. Pokud je to nutné, je možno mezi kalibračními body provést interpolaci.
 - 4) Nastavit měřicí přijímač tak, aby zobrazoval signál přijímací antény pro ověření přítomnosti elektrického pole.
 - 5) Otáčet ladící prvek o 360° s minimálním počtem kroků určeným tabulkou NRS02-2. Zajistit, aby se v každém kroku ladící prvek zastavil po dobu určenou v tabulce 501-6. Při otáčení ladícího prvku zajistit na základě výsledků kalibrace požadovaný výkon, pro vytvoření zkušební intenzity pole.
 - 6) Procházet zkušební kmitočtový rozsah ve shodě s požadavky určenými v tabulce 501-6. Sledovat zařízení z hlediska reakce na zkušební signál.
 - 7) Pokud se zaznamená reakce, určit prahovou hodnotu úrovně postupem určeným v článku 8.6.6.10.4.3 a zkontrolovat, zda je vyšší než požadovaná mezní hodnota.

8.6.33.4.5 Prezentace výsledků

Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

- a) Vytvořit tabulku nebo nákres, obsahující zkušební kmitočtové rozsahy a úrovně intenzity elektrického pole.
- b) Vytvořit nákres nebo tabulku obsahující údaje všech kalibračních postupů s ohledem na potřebné vstupní úrovně v závislosti na kmitočtu a výsledky kalibrace systému podle kroků a)1)(d) a a)2)(c) článku 8.6.33.4.4.
- c) Uvést nákres nebo tabulku korekčních faktorů potřebných pro nastavení výstupu snímače, aby se zobrazila správná hodnota vrcholové úrovně modulovaného průběhu.
- d) Vytvořit nákres nebo tabulku všech prahových hodnot susceptibility, které byly při zkoušce zjištěny i s příslušnými kmitočty.
- e) Uvést nákresy nebo fotografie ukazující skutečné zkušební uspořádání a příslušné rozměry.
- f) Předložit certifikační údaje pro správnou funkci stíněného prostoru odrazové komory v použitém kmitočtovém rozsahu.

Platforma Kmitočtový rozsah	Mezní úroveň (V/m)							Kosmická
	Letadla (vnější nebo důležitá z hlediska bezpečnosti)	Letadla (vnitřní)	Všechny lodě (na palubě) a ponorky (vnější)	Lodě (kovové) (podpalubí)	Lodě (nekovové) (podpalubí)	Ponorky, vnitřek	Pozemní	
50 kHz až 2 MHz	L	10	10	10	10	-	10	-
	S	10	10	10	10	10	10	-
	A	10	10	10	10	10	10	-
2 MHz až 30 MHz	L	200	200	200	10	50	50	20
	S	200	200	200	10	50	10	20
	A	200	20	--	-	-	10	20
30 MHz až 1 GHz	L	200	200	200	10	10	50	20
	S	200	200	200	10	10	10	20
	A	200	20	-	-	-	10	20
1 GHz až 18 GHz	L	200	200	200	10	10	50	20
	S	200	200	200	10	10	50	20
	A	200	60	-	-	-	50	20
18 GHz až 40 GHz	L	200	200	200	10	10	50	20
	S	200	60	200	10	10	50	20
	A	200	60	-	-	-	50	20

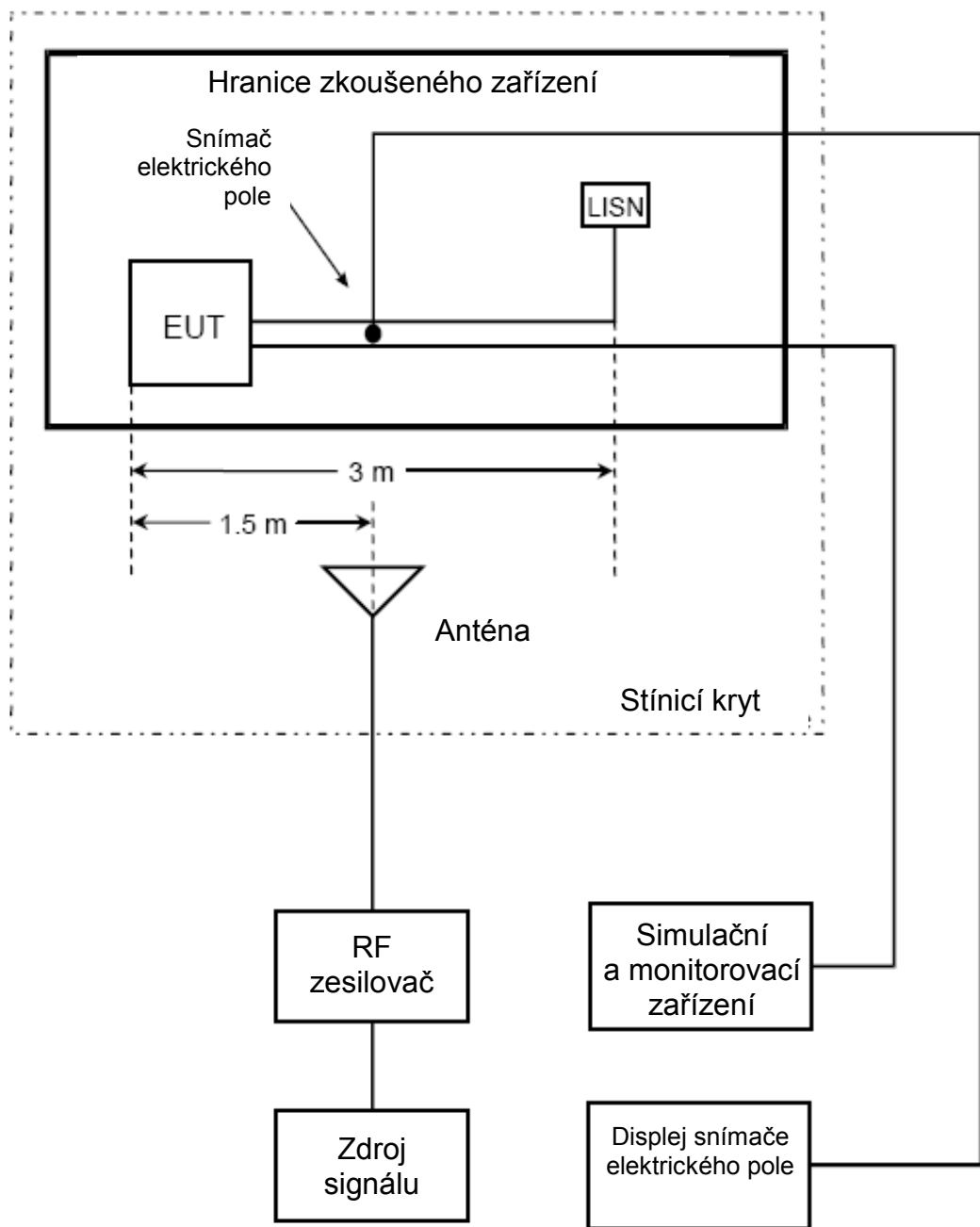
* Pro zařízení umístěné mimo vodotěsný trup ponorky ale uvnitř nástavby použít sloupec
Lodě (kovové) (podpalubí)

LEGENDA:
L= POZEMNÍ
S = NÁMOŘNÍ
A= LETECKÉ

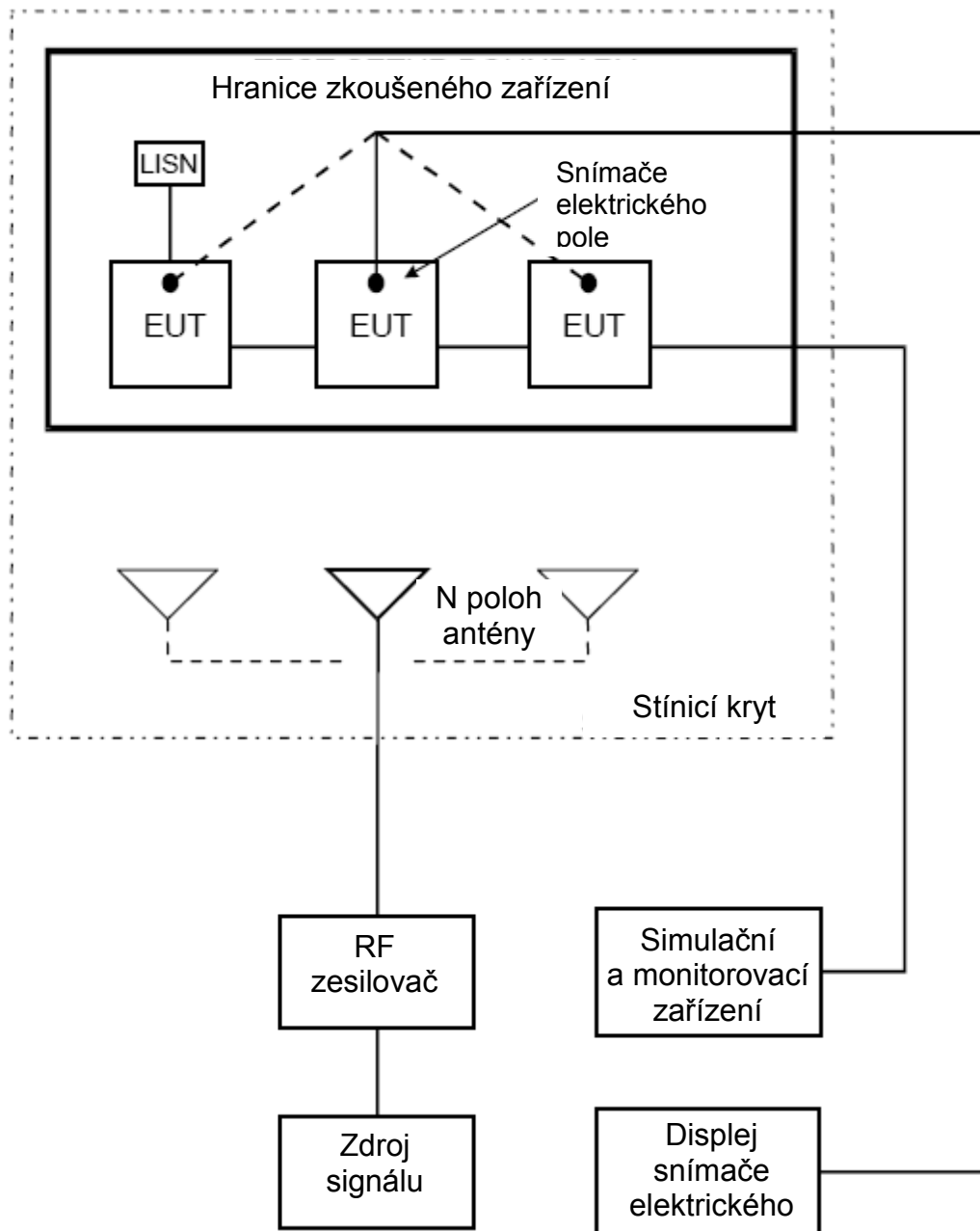
TABULKA NRS02-1 – Meze

TABULKA NRS02-2 – Požadovaný počet poloh ladícího prvku odrazové komory

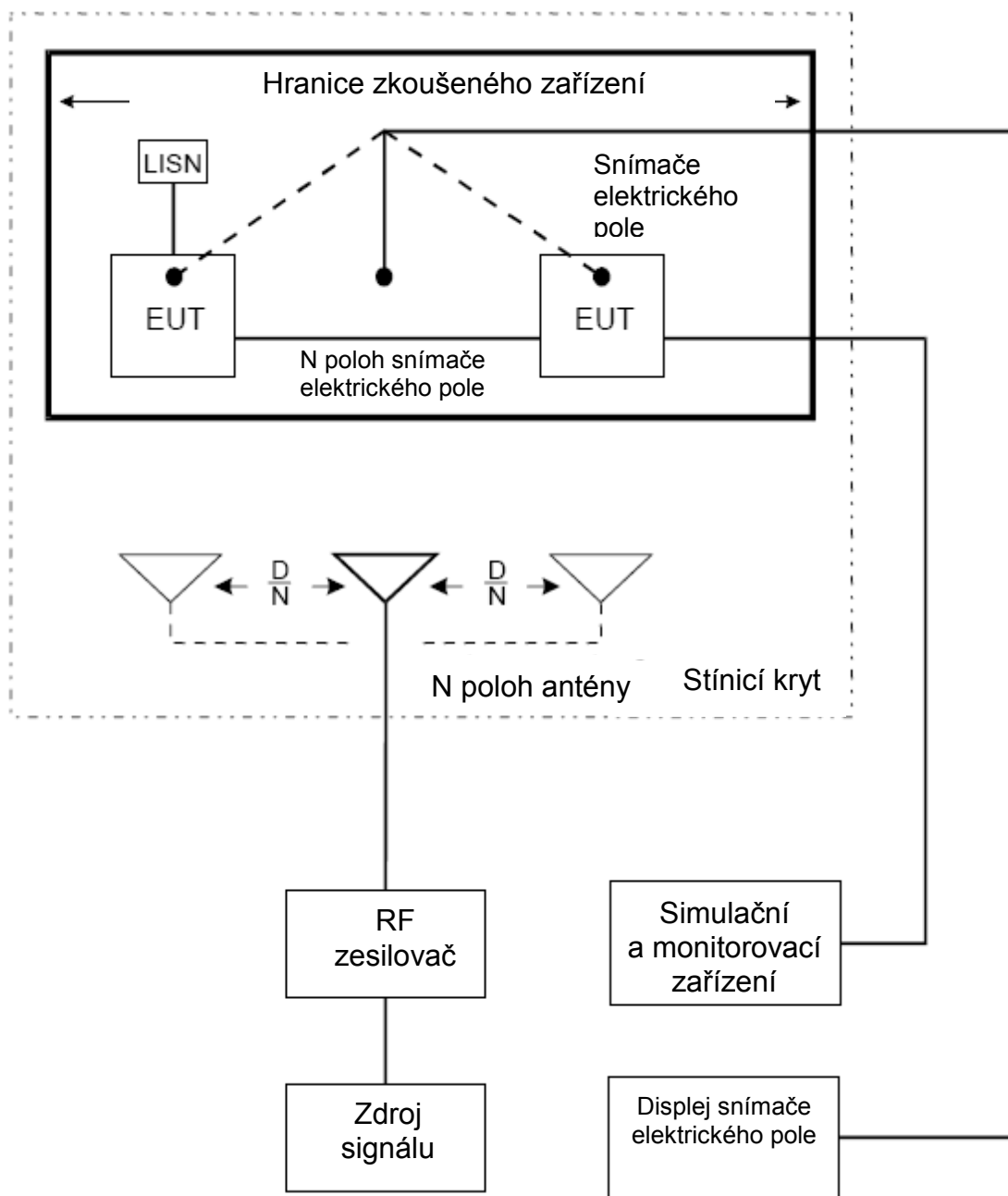
Kmitočtový rozsah (MHz)	Polohy ladícího prvku
200 – 300	50
300 – 400	20
400 – 600	16
> 600	12



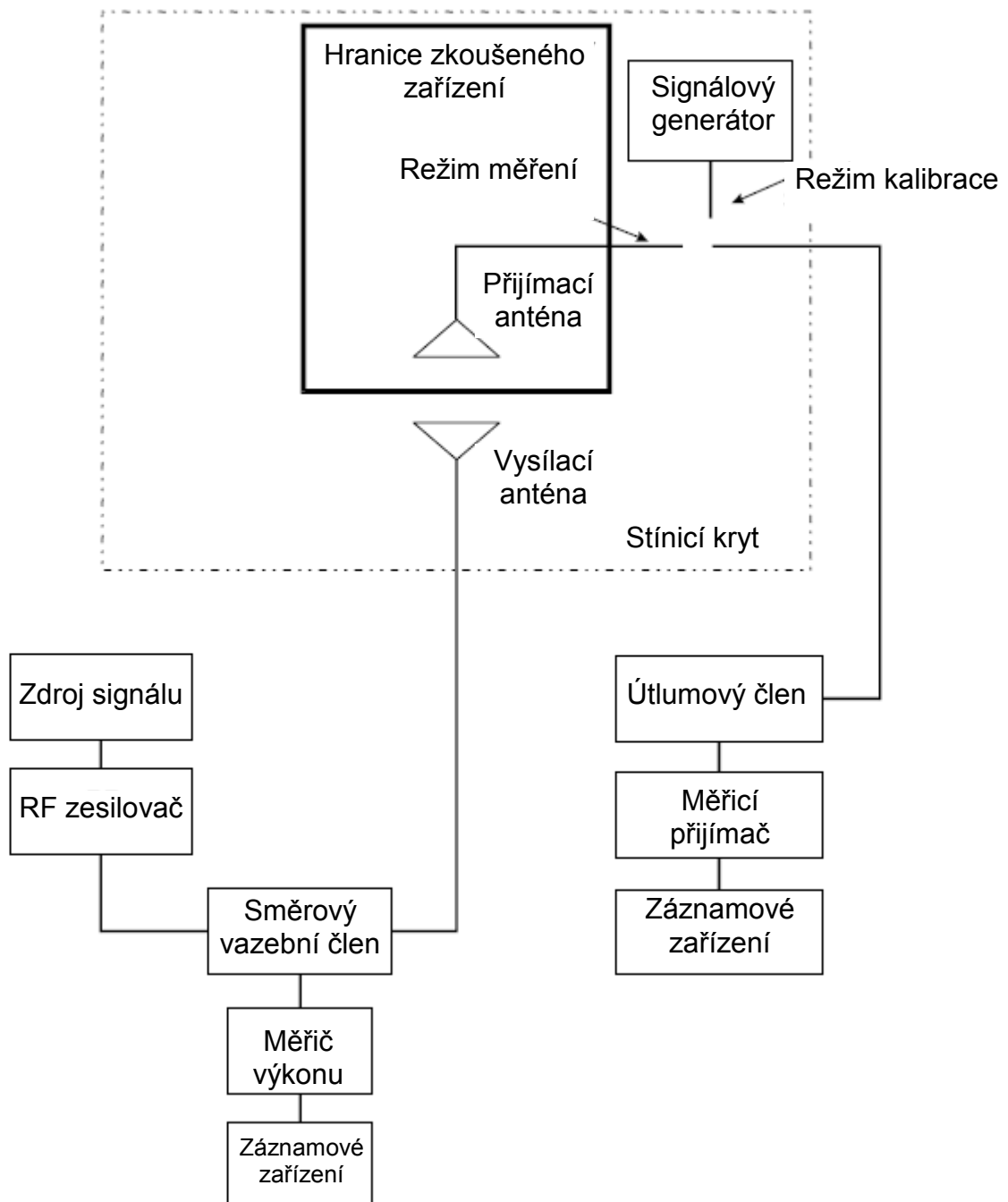
OBRÁZEK NRS02-1 – Uspořádání zkušebního zařízení



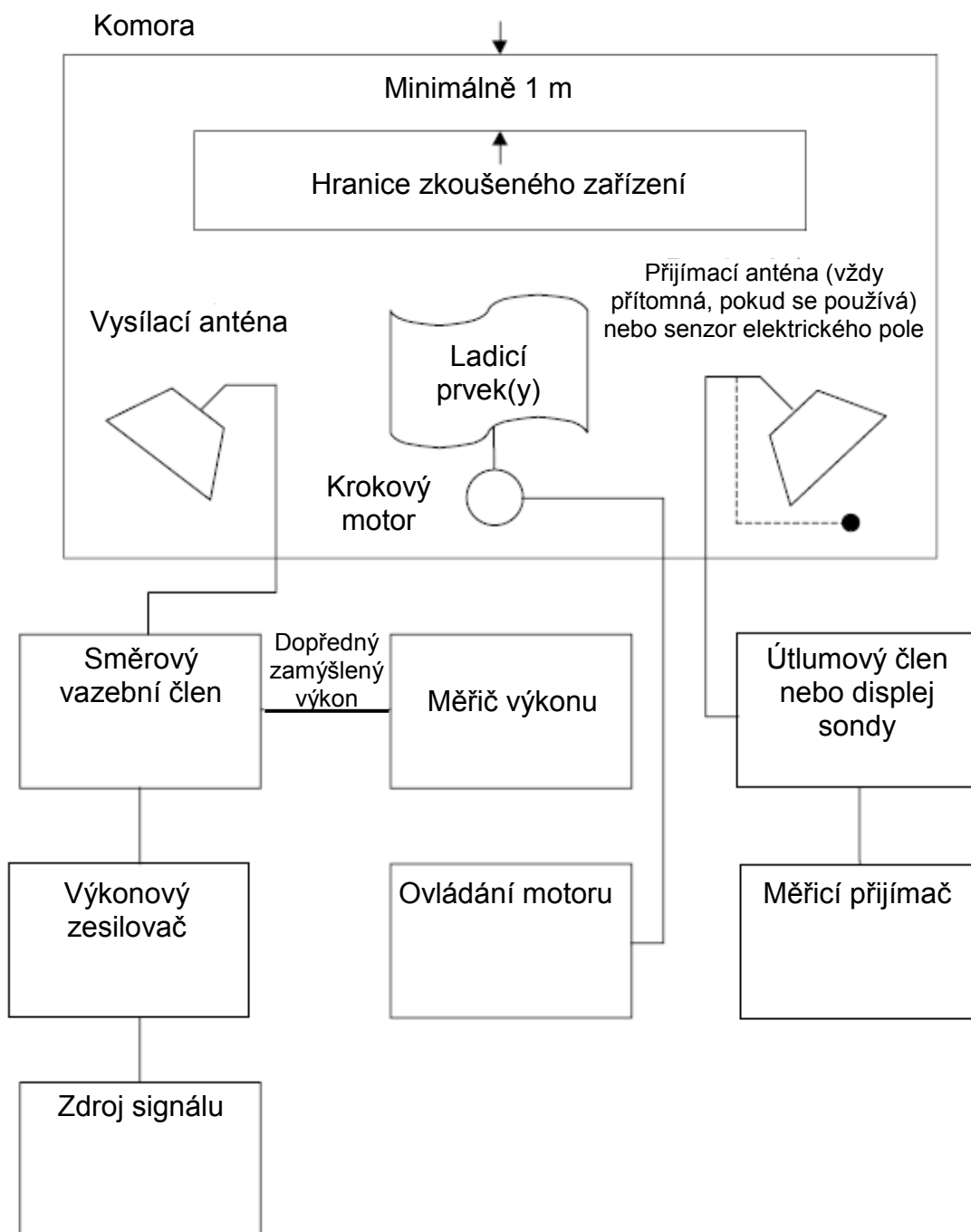
**OBRÁZEK NRS02-2 – Násobné umístění zkušební antény
pro kmitočty > 200 MHz**



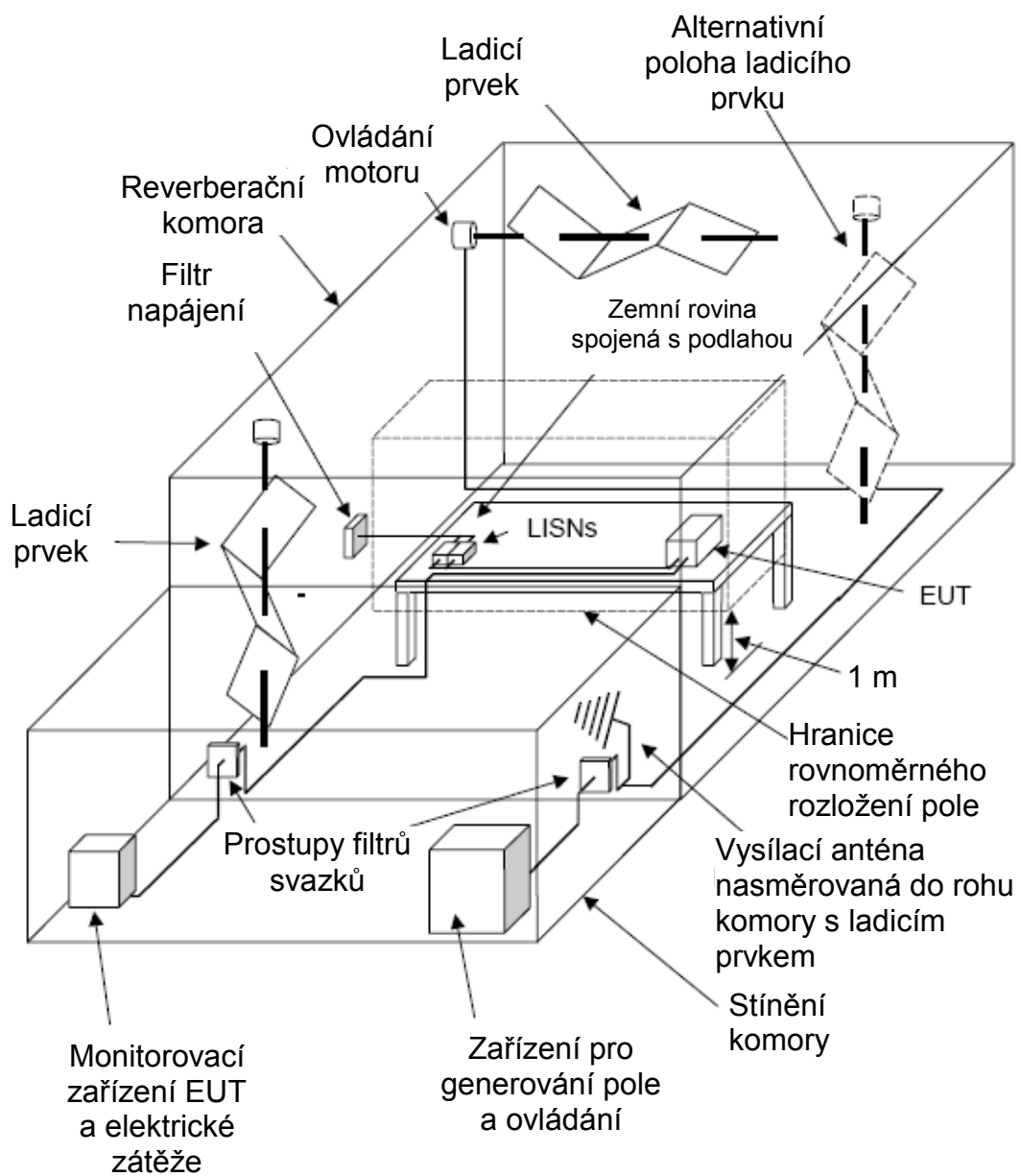
OBRÁZEK NRS02-3 – Násobné umístění zkušební antény pro N poloh, $D > 3\text{m}$



OBRÁZEK NRS02-4 – Použití přijímací antény (1 až 40 GHz)



OBRÁZEK NRS02-5 – Nastavení v odrazové komoře



OBRÁZEK NRS02-6 – Pohled na odrazovou komoru

8.6.34 NRS03 – Susceptibilita na vyzařované emise, přechodové jevy, elektromagnetické pole

8.6.34.1 Použitelnost NRS03

Požadavek je použitelný pro ověření susceptibility přes kryty zařízení a podsystémů, pokud se předpokládá jejich externí umístění mimo zodolněné (stíněné) prostředí. Zkouška je určena výhradně pro zařízení určená pro použití v nekovových prostorech, pokud je to specifikováno akvizičním orgánem. Zkouška se používá u vojenských letadel pro zařízení a podsystémy důležité z hlediska bezpečnosti osob (safety critical) umístěné ve vnějším prostředí.

Zkoušky se musí provádět jako součást kvalifikačního programu pro zařízení, u kterého se předpokládá, že bude vystaveno rychlým přechodovým vyzařovaným elektrickým polím, které se vyskytují během jaderných elektromagnetických impulzů.

Podrobnější informace jsou uvedeny v článku 8.6.9.23.

8.6.34.2 Mezní hodnoty NRS03

Zkoušené zařízení nesmí po aplikaci zkušebních průběhů, s parametry uvedenými na obrázku NRS03-1, vykazovat žádné chyby, poruchy funkce nebo odchylky od specifikovaných parametrů mimo toleranční interval uvedený v technických specifikacích jednotlivých zařízení nebo podsystémů. Při zkoušce se musí použít nejméně pět zkušebních impulzů s časovým intervalem kratším než 1 impulz/min.

8.6.34.3 Zkušební postup NRS03

8.6.34.3.1 Účel

Zkušební postup se používá pro ověření, že zkoušené zařízení je schopno odolávat přechodovým elektromagnetickým polím.

8.6.34.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) buňka s příčným elektromagnetickým polem (TEM), paralelní rovinné přenosové vedení nebo podobné zařízení,
- b) generátor přechodových impulzů, monopolzní výstup, kladná a záporná polarita,
- c) paměťový osciloskop, 500 MHz, záznam jednorázových dějů (minimálně), proměnná rychlost vzorkování do 1 gigavzorků za sekundu (1 GSa/s),
- d) ochranná zakončovací zařízení,
- e) vysokonapěťová sonda, šířka pásma 1 GHz (minimálně),
- f) sonda B-dot,
- g) sonda D-dot,
- h) LISN 50 μ H,
- i) integrátor, časová konstanta desetinasobek šířky celého impulzu.

8.6.34.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

UPOZORNĚNÍ Při manipulaci s nezatíženým zdrojem vyzařování dbejte zvýšené opatrnosti.

- a) Kalibrace. Uspořádat zkušební zařízení podle obrázku NRS03-2.
 - 1) Před instalací zkoušeného zařízení umístit sondy B-dot a D-dot ve středu pětibodové mřížky ve vertikální rovině, kde bude umístěna přední strana zkoušeného zařízení (viz obrázek NRS03-2).
 - 2) Umístit vysokonapěťovou sondu na vstup vyzařovacího systému, který je připojen k výstupu impulzního generátoru. Sondu připojit k paměťovému osciloskopu.
- b) Měření zkoušeného zařízení. Uspořádat zkušební zařízení podle obrázku NRS03-3.
 - 1) Umístit střední osu zkoušeného zařízení na střední osu pracovního prostoru vyzařovacího systému tak, aby zařízení nepřesahovalo pracovní plochu vyzařovacího systému ($h/3, B/2, A/2$) / (x, y, z), jak je uvedeno na obrázku NRS03-3 (kde h je maximální vertikální vzdálenost mezi rovinami). Pokud je zkoušené zařízení určeno k umístění na zemní plochu skutečné instalace, musí se připevnit k zemní ploše vyzařujícího systému. Zkoušené zařízení se musí k zemní ploše připojit způsobem, který odpovídá připojení na místě skutečné instalace. Jinak se musí zkoušené zařízení položit na podložky z dielektrického materiálu, který způsobuje minimální zkreslení elektromagnetického pole.
 - 2) Orientace zkoušeného zařízení musí být taková, aby se simulovala maximální vazba elektrického nebo magnetického pole. Tento požadavek může být v některých případech splněn pouze při vícenásobné orientaci.
 - 3) Kabely, nutné pro funkci zkoušeného zařízení a monitorování, se musí orientovat tak, aby v nich byly indukovaný proud a napětí minimální. Kabely se musí orientovat kolmo ke směru vektoru elektrického pole takovým způsobem, aby se minimalizovala plocha smyček kolmých k vektoru magnetického pole. Kabely, které přesahují paralelní desky pracovního prostoru, musí zůstat kolmé k vektoru elektrického pole minimálně do vzdálenosti $2h$.
 - 4) Spodní desku vyzařovacího systému připojit k referenční zemní úrovni.
 - 5) Horní deska vyzařovacího systému se musí umístit nejméně do vzdálenosti $2h$ od nejbližší kovové plochy, včetně stropu, stavebních kovových prvků, kovových potrubí, stíněných stěn apod.
 - 6) Pokud se používá otevřený vyzařovací systém, umístit skutečné nebo simulované zátěže zkoušeného zařízení a rozhraní signálů do stíněného prostoru.

- 7) Pro ochranu zdroje, umístit ochranná zařízení proti přechodovým jevům (TPD) na napájecí vodiče do jeho blízkosti.
- 8) Připojit impulzní generátor k vyzařovacímu systému.

8.6.34.3.4 Postup

Zkušební postup musí být následující:

- a) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Kalibrace. Pro kalibrační účely použít následující postup:
 - 1) Vygenerovat impuls a nastavit impulzní generátor pro vytvoření impulzního pole, s požadovanou vrcholovou úrovní, dobou náběhu a šířkou impulsu, které se měří sondami B-dot a D-dot.
UPOZORNĚNÍ Používají se úrovně napětí, které mohou způsobit úraz elektrickým proudem nebo úmrtí.
 - 2) Tolerance a charakteristiky mezi NRS03 musí být následující:
Vzestupná doba (měřená mezi 10 % a 90 % vrcholové úrovně) mezi 1,8 ns a 2,8 ns (průběžný vzestup elektrického pole).
Plná šířka polovičního maxima (FWHM) šířky impulsu se rovná 23 ns \pm 5 ns.
Vrcholová hodnota elektrického nebo magnetického pole pro každý bod mřížky:
0 dB \leq veličina \leq 6 dB nad mezní hodnotou.
 - 3) Výše uvedené kroky 1) a 2) opakovat pro všechny další čtyři zkušební body na obrázku NRS03-2.
 - 4) Určit nastavení impulzního generátoru a potřebné amplitudy impulsu, které současně vyhovují požadavkům zkušebního pole pro všech pět bodů zkušební mřížky.
- c) Měření zkoušeného zařízení. Při zkoušce provést následující kroky:
 - 1) Zapnout zkoušené zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení jeho parametrů.
 - 2) Pokud je to nutné, měřit zkoušené zařízení při všech ortogonálních orientacích.
 - 3) Tam kde je to prakticky možné, použít impuls s 10 % vrcholovou amplitudou určenou v kroku b) 4) článku 8.6.34.3.4 s požadovaným průběhem. Amplitudu zvyšovat s krokem 2 nebo 3, dokud není dosažena požadovaná úroveň.
 - 4) Ověřit, že charakteristiky průběhu řídicího impulsu pro každou zkušební úroveň odpovídají specifikaci uvedené v kroku b)2) článku 8.6.34.3.4.
 - 5) Použít potřebný počet impulsů s opakovací rychlostí, která nepřesahuje 1 impuls/minutu.

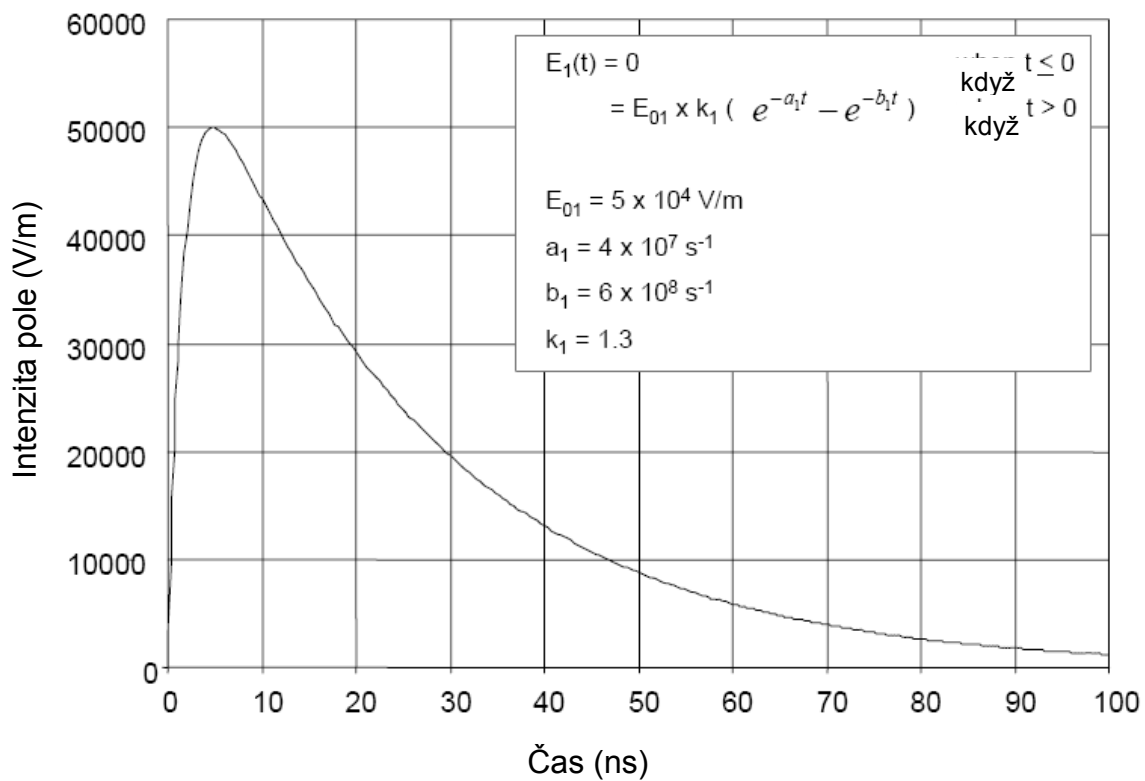
- 6) Během a po každém impulzu sledovat viditelné reakce zařízení z hlediska susceptability nebo zhoršení funkce.
- 7) Pokud se vyskytne porucha funkce při úrovni, která je menší než požadovaná vrcholová úroveň, ukončit zkoušku a hodnotu zaznamenat.
- 8) Pokud se vyskytne reakce, určit prahovou úroveň podle postupu v článku 8.6.6.10.4.3 a ověřit, zda je vyšší než požadovaná mezní hodnota.

POZNÁMKA Pokud je to možné, musí při zkoušce zůstat veškerá kabeláž ke zkoušenému zařízení připojená, aby se co nejvíc simulovala skutečná instalace.

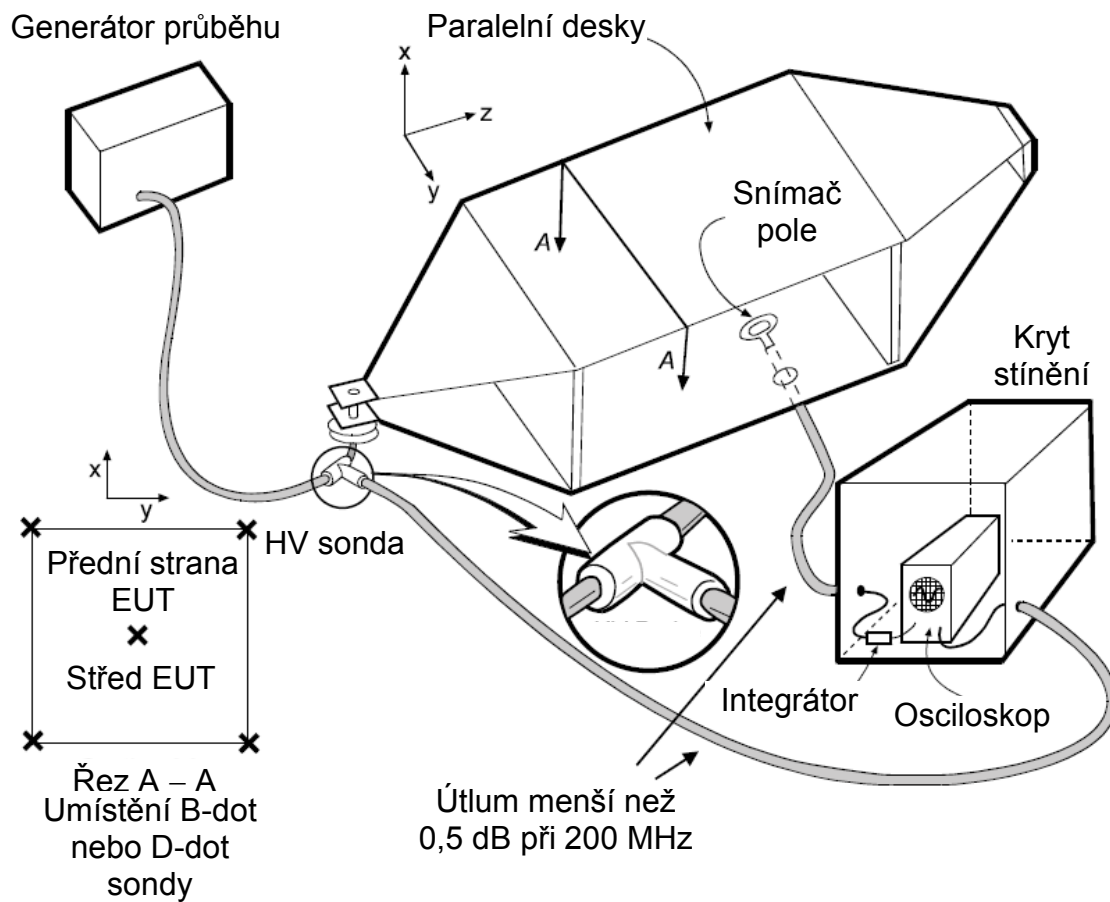
8.6.34.3.5 Prezentace výsledků

Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

- a) Vytvořit fotografickou dokumentaci orientace zkoušeného zařízení při zkoušce, včetně kabeláže.
- b) Provést podrobnou dokumentaci uspořádání zkoušeného zařízení.
- c) Vytvořit osciloskopické záznamy, které obsahují vrcholovou hodnotu, vzestupnou dobu a šířku zkušebního impulzu pro každou orientaci zkoušeného zařízení.
- d) Uvést počet impulzů, kdy je první impulz označen číslem 1, pro každý zaznamenaný průběh.
- e) Pokud dojde k automatickému odstranění chyby, zaznamenat dobu zotavení.

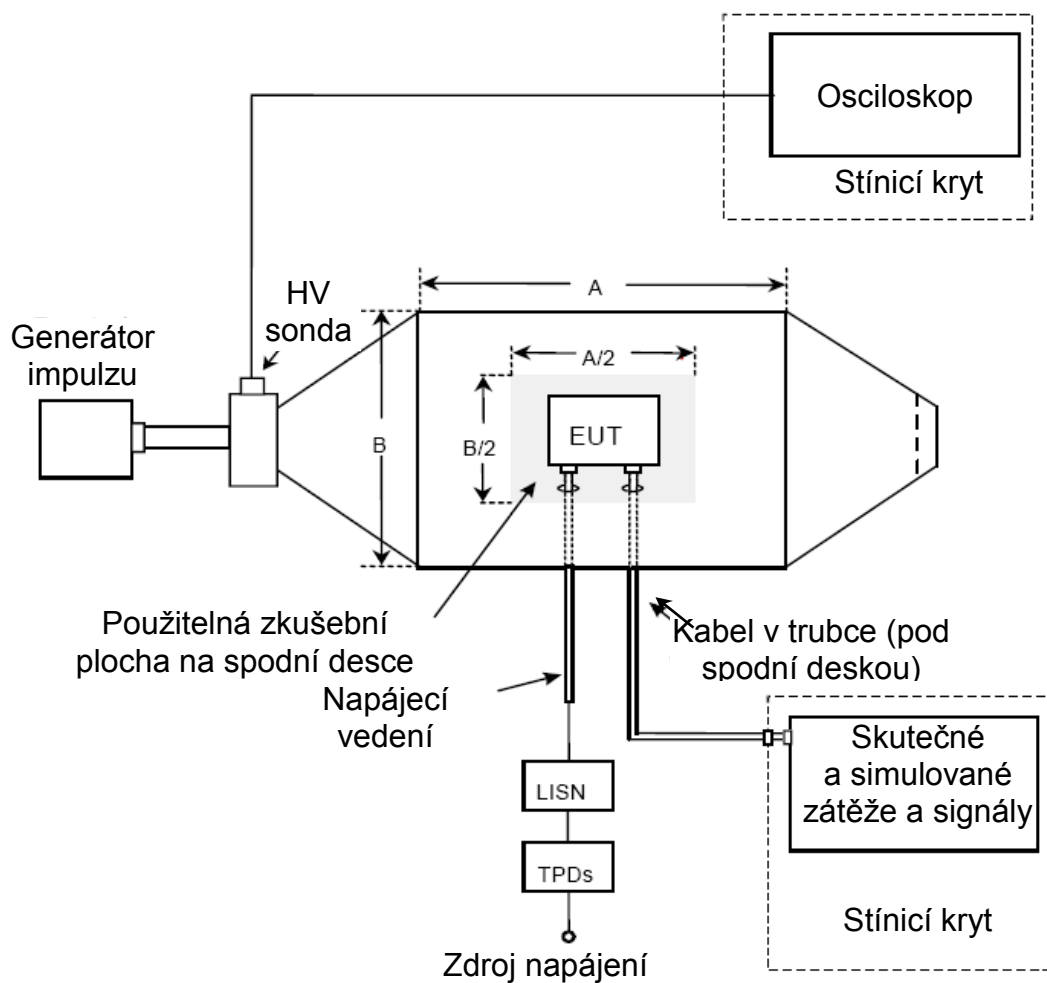


OBRÁZEK NRS03-1 – Mezní hodnoty pro všechny aplikace



OBRÁZEK NRS03-2 – Typické uspořádání při kalibraci za použití vyzařovacího systému s paralelními deskami

Pohled shora



OBRÁZEK NRS03-3 – Typické uspořádání při zkoušce za použití vyzařovacího systému s paralelními deskami

8.6.35 NRS04 – Susceptibilita na vyzařované emise, stejnosměrné magnetické pole (DC)

8.6.35.1 Použitelnost NRS04

Požadavek je použitelný hlavně pro zařízení umístěná na lodích a ponorkách, ale akviziční orgán může požadovat upravenou verzi zkoušky i pro některé pozemní aplikace.

Zkouška se používá pro všechna zařízení, která obsahují součástky potencionálně citlivé na magnetické pole, např. obrazovky, fotonásobiče, zařízení s Hallovou sondou a přenosné měřiče s cívkami. Pokud zkoušené zařízení obsahuje několik jednotek, musí se každá jednotka citlivá na magnetické pole zkoušet samostatně. Propojovací kabely nejsou součástí zkoušky.

POZNÁMKA Kdykoliv je to možné, musí se použít normalizované zkušební postupy.

Před provedením zkoušky prostudovat informace v tabulce 501-2 a v článku 8.6.9.25.

8.6.35.2 Mezní hodnoty NRS04

Pro simulaci vlivu stejnosměrného magnetického pole se musí použít minimální zkušební úroveň 800 A/m (pro některé zkoušky zařízení určených do ponorek se používá až 4 800 A/m). Pro dosažení požadované úrovně se musí zkušební pole průběžně lineárně zvyšovat a snižovat rychlostí 1 600 A/m/s.

8.6.35.3 Zkušební postup NRS04

8.6.35.3.1 Účel

Zkouška se používá pro ověření, zda u zkoušeného zařízení nedochází vlivem magnetických polí, která se vytvářejí demagnetizačními cívkami na lodích a ponorkách, k poruchám funkce.

8.6.35.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) ampérmetr,
- b) programovatelný stejnosměrný napájecí zdroj,
- c) Helmholtzovy cívky,
- d) Osciloskop.

8.6.35.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Typické uspořádání zkoušeného zařízení je uvedeno na obrázcích 501-3 až 501-6 a popsáno v článku 8.6.6.8.
- b) Kalibrace. Pro kontrolu měřicího řetězce uspořádat zkoušené zařízení podle obrázku NRS04-1.
- c) Měření zkoušeného zařízení.

- 1) Při použití normalizované zkušební metody umístit zkoušené zařízení do prostoru Helmholtzových cívek, jak je uvedeno na obrázku NRS04-2.
- 2) Velká zařízení se musí zkoušet pomocí lokální zkušební metody, zobrazené na obrázku NRS04-3.

8.6.35.3.4 Postup při normalizované metodě

Zkušební postup musí být následující:

- a) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Kalibrace. Ověřit úroveň magnetického pole generovaného Helmholtzovými cívkami.
 - 1) K Helmholtzovým cívkám připojit takový proud, který vytvoří požadovanou intenzitu magnetického pole.
 - 2) Ověřit úroveň proudu ampérmetrem a průběh proudu osciloskopem.
 - 3) Úroveň stejnosměrného proudu přivedeného k Helmholtzovým cívkám, potřebného pro vytvoření požadované intenzity magnetického pole, závisí na konstrukci a provedení samotných cívek. Vztah mezi rozměry cívek, protékajícím proudem a intenzitou pole je dán následující rovnicí:

$$\text{Počet závitů v každé cívce} = \frac{\text{požadovaná úroveň pole}(A/m) \cdot \text{průměr cívky}(m)}{0,716 \cdot \text{proud}(A)}$$

- c) Měření zkoušeného zařízení. Určit, zda je zkoušené zařízení susceptibilní na stejnosměrné magnetické pole.
 - 1) Umístit zkoušené zařízení do prostoru Helmholtzových cívek, zapnout ho a vyčkat odpovídající dobu pro stabilizaci parametrů.
 - 2) Při orientaci, kdy jedna osa zkoušeného zařízení je rovnoběžná se směrem, kterým se bude generovat pole, přivést do cívek stejnosměrný proud. Viz obrázek NRS04-2.
 - 3) Sledovat zkoušené zařízení z hlediska výskytu poruch nebo zhoršení funkce a zaznamenat výsledky.
 - 4) Jestliže zkoušené zařízení při zkoušce vykazuje libovolné poruchy nebo zhoršení funkce, snižovat proud, dokud se porucha neodstraní a zaznamenat prahovou úroveň.
 - 5) Opačným připojením Helmholtzových cívek obrátit polaritu zkušební pole a opakovat výše uvedené kroky 3) a 4).
 - 6) Kroky 3) a 4) opakovat pro každou osu zkoušeného zařízení.

8.6.35.3.5 Postup při lokální metodě

- a) Sestava Helmholtzových cívek se nahrazuje jednou kruhovou, těsně navinutou cívkou pouze pro účely zkoušek zařízení větších než 1 m³.

- b) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- c) Kalibrace. Určit úroveň magnetického pole generovaného v jedné cívce.
 - 1) Přivést k cívce stejnosměrný proud, který je nutný pro vytvoření požadované intenzity pole.
 - 2) Ověřit úroveň proudu ampérmetrem a jeho průběh osciloskopem.

- 3) Před provedením zkoušky se musí nejdříve vypočítat proud, který vytvoří potřebné zkušební úroveň. Výpočet se provádí podle následujícího vztahu:

$$Proud (A) = \frac{2 \cdot požadovaná_úroveň_pole(A/m) \cdot průměr_cívky(m)}{0,716 \cdot počet_závitů_cívky}$$

- d) Měření zkoušeného zařízení. Určit, zda je zkoušené zařízení susceptibilní na stejnosměrné magnetické pole.

- 1) Umístit cívku k ověřované oblasti zkoušeného zařízení (nebo jeho části), zařízení zapnout a vyčkat odpovídající dobu pro stabilizaci parametrů.

Viz obrázek NRS04-3.

- 2) Zkouška se musí v každém zkušebním místě provést nejprve s kladnou polaritou pole a následně se zápornou polaritou při opačném zapojení cívky.

- 3) Sledovat zkoušené zařízení z hlediska výskytu poruch nebo zhoršení funkce a zaznamenat výsledky.

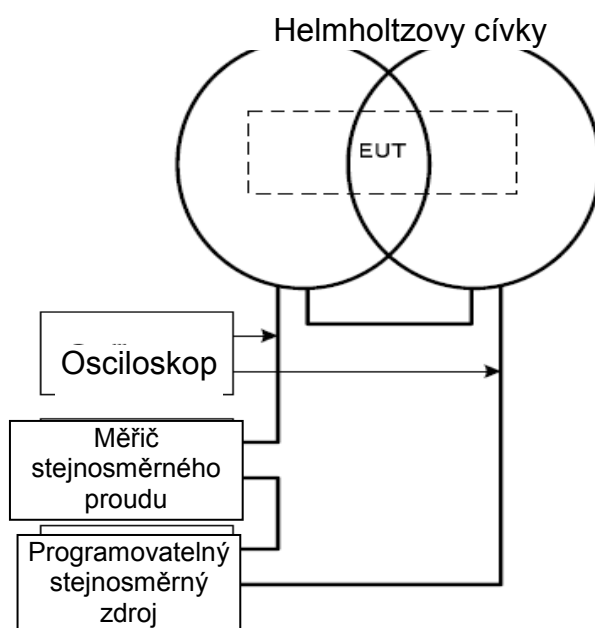
- 4) Jestliže zkoušené zařízení vykazuje při zkoušce jakékoliv poruchy nebo zhoršení funkce, snižovat proud dokud se porucha neodstraní a zaznamenat prahovou úroveň.

POZNÁMKA Zkušební pole se musí pro ověření, zda je zařízení susceptibilní a zda při výskytu zkušebního pole v libovolné části zkoušeného zařízení nedochází k poruchám nebo zhoršení funkce, aplikovat po dostatečně dlouhou dobu. Po zkoušce magnetickým polem se musí zkontrolovat, zda nedošlo k trvalému zmagnetování zkoušeného zařízení.

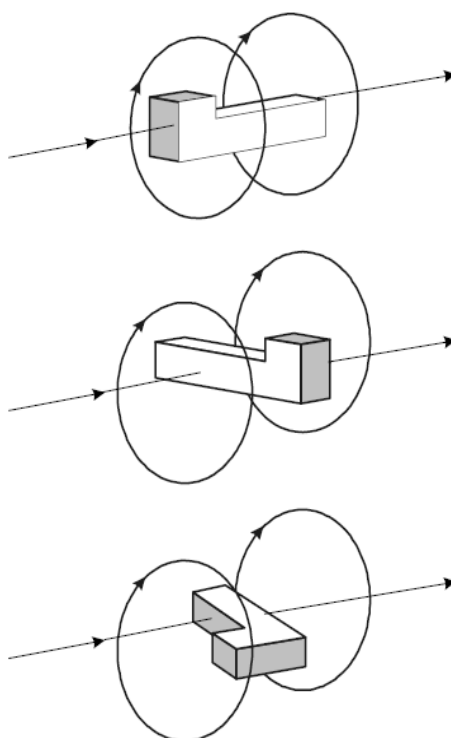
8.6.35.3.6 Prezentace výsledků

Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

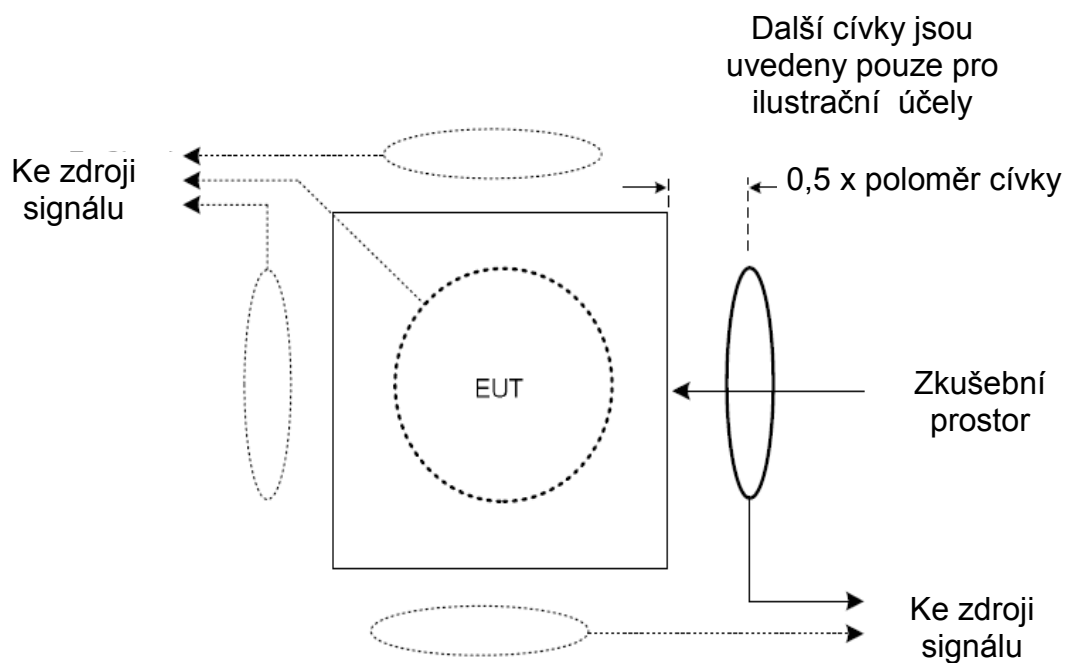
Výsledky se musí pro každý zkoušený systém nebo podsystém uvést v tabulce spolu s potvrzením shody, pro každou orientaci zkoušeného zařízení a polaritu zkušebního pole.



OBRÁZEK NRS04-1 – Kalibrační sestava s Helmholtzovými cívkami



OBRÁZEK NRS04-2 – Uspořádání zkoušeného zařízení v sestavě Helmholtzových cívek



BRÁZEK NRS04-3 – Lokální zkušební metoda

9 KATEGORIE 502 – ZKOUŠKY PŘENOSNÝCH ZAŘÍZENÍ A SOUČÁSTÍ VÝSTROJE

9.1 Související dokumenty

- [1] AECTP-500 ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL EFFECTS TESTS AND VERIFICATION
Zkoušky a ověřování vlivu elektromagnetického prostředí
- [2] AECTP-501 EQUIPMENT & SUB SYSTEM EMI TESTING
Zkoušky vlivů elektrického/elektromagnetického prostředí zařízení a podsystémů
- [3] DEF STAN 59-41 RESEARCH INTO THE DAMPING CHARACTERIZATION OF SCREEN ROOMS FOR RADIATED EMISSION TESTING
Výzkum charakteristik tlumení stíněných komor pro zkoušky vyzařovaných emisí)
- [4] AECTP-253 ELECTROSTATIC CHARGING, DISCHARGE AND STATIC (P-STATIC)
Elektrostatický náboj. Výboj a poruchy způsobené atmosférickými srážkami (P-Static).
- [5] AECTP-508 ORDNANCE TEST AND VERIFICATION PROCEDURES
Zkoušky vlivů elektrického/elektromagnetického prostředí výzbroje a munice, Část 2 Elektrostatický výboj, zkušební postupy pro munici
- [6] AECTP-258 RADIO FREQUENCY ELECTROMAGNETIC ENVIRONMNETS
Podmínky elektrického/elektromagnetického prostředí RF signálů
- [7] NV 291/2015 Sb Nařízení vlády o ochraně zdraví před neionizujícím zářením

9.2 Zkratky

Zkratka	Název v originále	Český název
CW	Continuous Wave	netlumená vlna
ECM	Electronic Countermeasures	elektronická protiopatření
EED	Electro Explosive Device	elektro-explozivní zařízení
EM	Electromagnetic	elektromagnetický
EMC	Electromagnetic Compatibility	elektromagnetická kompatibilita
EME	Electromagnetic Environment	elektromagnetické prostředí
EMI	Electromagnetic Interference	elektromagnetická interference
EMICP	Electromagnetic Interference Control Procedures	regulační plán elektromagnetické interference
EMITP	Electromagnetic Interference	zkušební plán elektromagnetické

Zkratka	Název v originále	Český název
	Test Procedures	interference
EMITR	Electromagnetic Interference Test Report	protokol o zkoušce elektromagnetické interference
ESD	Electro Static Discharge	elektrostatický výboj
EUT	Equipment Under Test	zkoušené zařízení
RAM	Radio Frequency Absorber Material	absorpční materiál pro rádiové kmitočty
RF	Radio Frequency	rádiový kmitočet

9.3 Cíl

Cílem této kategorie je pokrýt požadavky pro vytvoření zkušebního programu pro veškerý materiál, který se dá charakterizovat jako elektronické, elektrické a elektromechanické zařízení, které je možno přenášet osobou nebo je součástí osobní výstroje. EMC měření se obvykle specifikuje v absolutních jednotkách, přesné měření je obvykle velmi obtížné, výsledky závisí na použité metodě. Z důvodu opakovatelnosti se v této kategorii používají preferované zkušební metody. Jakékoliv odchylky od postupů uvedených v tomto dokumentu se musí zaznamenat spolu s výsledky zkoušky.

Tento dokument se musí používat ve spojení s kategoriemi 500 a 501.

9.4 Použití a požadavky

9.4.1 Použití

Viz část „Kategorie 500“ – článek 7.5.2.

9.4.2 Návod

Viz část „Kategorie 500“ – článek 7.5.3.

9.4.3 Všeobecné požadavky

Viz část „Kategorie 501“ – článek 8.6.5

9.4.4 Požadavky rozhraní

Viz část „Kategorie 501“ – článek 8.5.2.

9.4.5 Ověřovací požadavky

Pro dosažení shody s požadavky na emise a susceptibilitu v tomto dokumentu se musí použít všeobecné požadavky vztahující se ke zkušebním postupům, zkušebnímu vybavení a níže stanoveným zařízením, spolu s podrobnými zkušebními postupy. Jakýkoliv proces zásobování, který se od těchto všeobecných požadavků odchyluje, se musí zdokumentovat ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP). Zařízení, která jsou určena, aby pracovala jako podsystémy, se musí zkoušet tak, aby se požadavky na emise a susceptibilitu co nejvíce

přibližovaly skutečným podmínkám. Formální zkoušky není možno začít bez souhlasu velitelství nebo zainteresované agentury. Údaje, získané jako výsledky provedených zkoušek jedné elektromagnetické disciplíny, je možno použít pro splnění požadavků jiných. Je tedy možné vyhnout se nezamýšlené duplikaci a kdykoliv je to možné, musí se pro stejné požadavky sestavit jeden zkušební program ze současně prováděných zkoušek.

9.4.6 Tolerance měření

Viz část „Kategorie 501“ – článek 8.6.6.1.

9.4.7 Stíněný prostor

Při zkouškách vyzařovaných emisí a susceptibility na vyzařované emise musí být na stropě, zdech a podlaze stíněného prostoru umístěn RF absorpční materiál (uhlíkem sycené pěnové pyramidy, feritové destičky apod.), aby se omezily odrazy elektromagnetické energie a zlepšila se tak přesnost a opakovatelnost měření. RF absorpční materiál se musí uspořádat tak, jak je uvedeno na obrázku 502-1.

***Diskuse:** Informace o vhodných metodách tlumení stíněných prostor je možno nalézt v dokumentu Zpráva z III. stupně výzkumu v Charakteristikách tlumení stíněných komor pro zkoušky vyzařovaného rušení v Def Stan 59-41 [3], který je možno získat na webových stránkách www.dstan.co.uk.*

Viz také část „Kategorie 501“ – článek 8.6.6.2.

9.4.8 Další zkušební místa

V této kategorii se další zkušební místa nepoužívají.

9.4.9 Úroveň okolního elektromagnetického pozadí

Viz část „Kategorie 501“ – článek 8.6.6.2.

9.4.10 Zemní plocha

Zemní plocha se musí při měření v této kategorii z měřicí komory odstranit.

***Diskuse:** Pokud je zemní plocha přivařena nebo připájena a není tedy technicky možné zemní plochu odstranit, může být pokryta RF absorpčním materiálem, pokud je stíněná komora dostatečně velká pro správné uspořádání zkušební sestavy a nezmění se tlumicí charakteristiky.*

9.4.11 Impedance napájecího zdroje

V této kategorii se nepoužívá.

9.4.12 Předběžná bezpečnostní opatření

Viz část „Kategorie 501“ – článek 0.

9.4.13 Uspořádání zkoušeného zařízení

Zkoušky této kategorie vyžadují nekovovou figurínu o velikosti dospělého člověka (jmenovitá výška 1,8 m) s končetinami pro různé umístění zařízení výstroje a zkoušené zařízení se musí umístit tak, aby se simulovalo skutečné umístění

na lidském těle. Zkoušené přenosné zařízení se musí umístit na 0,45 m vysokém nekovovém stole. Podrobnější informace je možno získat v odpovídajících zkušebních metodách.

Diskuse: *Důraz se pro všechny zkoušky klade více na vytvoření specifického uspořádání, než na konkrétní zkušební postup.*

Výška nevodivého zkušebního stolu se odvozuje od výzkumného programu UK DSTAN, viz diskuse v článku 9.4.7 a odvozuje se od nejmenších možných rozměrů stíněné komory, kterou je možno účinně ztlumit pro měření vyzařovaných emisí v pásmu ± 10 dB, které odpovídá měření ve volném prostoru v kmitočtovém pásmu 30 MHz až 250 MHz a ± 6 dB v kmitočtovém pásmu 250 MHz až 1 GHz.

POZNÁMKA Pokud má zařízení dvojí účel, tj. může se připojit k externímu zdroji napájení a/nebo řídicímu prvku nebo anténě (tak jak je např. možno připojit ruční radiostanici k napájení, ovládání a/nebo anténě vozidla), pak se musí provádět zkoušky v obou uspořádáních ve shodě s požadavky této kategorie a kategorie 501.

9.4.14 Představitel zkoušeného zařízení

Viz část „Kategorie 501“ – článek 8.6.6.8.1.

9.4.15 Propojování zkoušeného zařízení

V této kategorii se nepoužívá.

9.4.16 Rázy a vibrace

V této kategorii se nepoužívá.

9.4.17 Ochranné zemnění

V této kategorii se nepoužívá.

9.4.18 Orientace zkoušeného zařízení

Pro tuto kategorii se zkoušené(á) zařízení musí umístit na figurínu v provozní poloze nebo na nevodivý stůl, v závislosti na předpokládaném použití.

9.4.19 Konstrukce a uspořádání kabelů zkoušeného zařízení

Propojovací kabely se musí umístit tak, aby jejich uspořádání co nejvíce odpovídalo provoznímu stavu. Tam kde je to možné, se musí použít skutečné kabely včetně opasek a řemenů.

POZNÁMKA Všechny monitorovací kabely k anténám / proudovým sondám se musí orientovat horizontálně k nejbližší stěně a pak vést okolo stěny k nejbližšímu prostupu do zkušebního prostoru.

9.4.20 Provoz zkoušeného zařízení

Viz část „Kategorie 501“ – článek 8.6.6.9.

9.4.21 Použité měřicí vybavení

Viz část „Kategorie 501“ – článek 8.6.6.10.

9.4.22 Detektor

Viz část „Kategorie 501“ – článek 8.6.6.10.1.

9.4.23 Počítačem řízené přijímače

Viz část „Kategorie 501“ – článek 8.6.6.10.2.

9.4.24 Zkoušky emisí

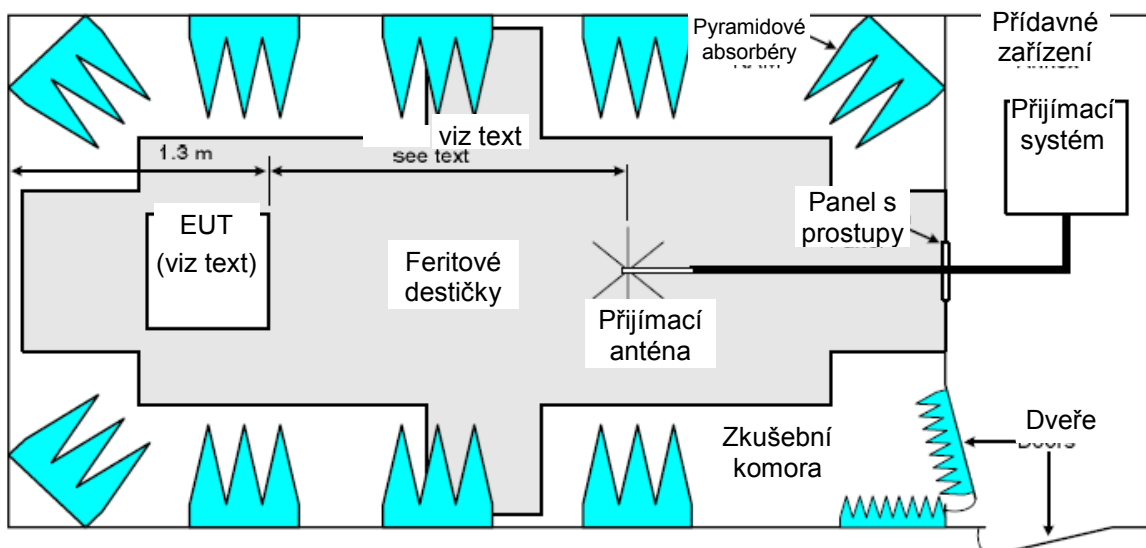
Viz část „Kategorie 501“ – článek 8.6.6.10.3.

9.4.25 Zkoušky susceptibility

Viz část „Kategorie 501“ – článek 8.6.6.10.4.

9.4.26 Kalibrace zkušebního zařízení

Viz část „Kategorie 501“ – článek 8.6.6.11.



OBRÁZEK 502-1 – Doporučené uspořádání stíněné komory pro měření přenosného zařízení nebo zařízení výstroje

POZNÁMKY

- 1 Přenosné zkoušené zařízení je uvedeno v odpovídajících normách článku 9.1.
- 2 Mezi zařízením, včetně antén a RF absorpčním materiálem musí být vzdálenost nejméně 0,3 m.
- 3 Uspořádání stíněné komory je odvozeno z popisu v literatuře [3].

9.5 Zkoušky

9.5.1 Použitelnost zkoušek

Viz část Kategorie 500 – článek 7.5.2.

9.5.2 Obecné zkušební požadavky

Tento článek podrobně specifikuje použitelnost zkoušek. Tabulka 502-1 obsahuje seznam specifických zkoušek použitých v tomto dokumentu včetně identifikačních čísel a označení. Specifické zkušební postupy se implementují do schvalovaného zkušebního plánu elektromagnetické interference (EMITP) z dokumentů, uvedených v článku 9.1.

Viz také část „Kategorie 500“ – článek 7.1

TABULKA 502-1 – Požadavky měření emisí a susceptibility

Požadavek	Popis
NCE05.2	Vedené emise, řídicí, signálové a napájecí vodiče 500 Hz až 150 MHz
NCS07.2	Susceptibilita na vedené emise, řídicí a signálové vodiče 50 kHz až 400 MHz
NCS12.2	Susceptibilita na vedené emise, elektrostatický výboj
NRE01.2	Vyzařované emise, magnetické pole 500 Hz až 250 kHz
NRE02.2	Vyzařované emise, elektrické pole 88 MHz až 18 GHz
NRS01.2	Susceptibilita na vyzařované emise, magnetické pole 500 Hz až 100 kHz
NRS02.2	Susceptibilita na vyzařované emise, elektrické pole 50 kHz až 18 GHz

9.5.3 Požadavky EMI s ohledem na zamýšlenou instalaci

Tabulka 502-2 ukazuje použitelnost jednotlivých zkušebních metod pro prostředí jednotlivých armádních složek (pozemních, námořních a leteckých), které musí být spojeny s mnohem podrobnější diskusí použití jednotlivých zkušebních metod uvedených v článku 9.5.45. Dále jsou zde uvedeny rozdíly mezi státy při používání konkrétních zkoušek.

Diskuse: Diskuse pro jednotlivé požadavky jsou uvedeny v článku 9.5.44.

TABULKA 502-2 – Matice požadavků

Součást výstroje / Přenosná zařízení	Použitelné požadavky						
	NCE05.2	NCS07.2	NCS12.2	NRE01.2	NRE02.2	NRS01.2	NRS02.2
Pozemní - Součást výstroje	P	Y	Y	P	Y	P	Y
Pozemní Přenosná	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Lodě							

LEGENDA

- Y Zkouška se požaduje pro všechna zařízení na tomto typu platformy
- P Zkouška se vyžaduje částečně. Volba zkoušky se provádí na základě znalostí instalace a dalších parametrů zařízení na základě informací uvedených v návodu pro každou zkušební metodu uvedenou v článku 9.5.45. Tyto zkoušky může také specifikovat/zvolit zásobovací orgán.

9.5.4 Podrobné požadavky zkušebních metod

9.5.4.1 Úvod

Kapitola specifikuje podrobné požadavky na emise a susceptibilitu a příslušné zkušební postupy. Kapitola také obsahuje obecné zkušební postupy.

9.5.4.2 Jednotky při měření v kmitočtové oblasti

Viz část „Kategorie 501“ – článek 8.6.8.

9.5.4.3 Požadavky na emise a susceptibilitu, meze a zkušební postupy

Pokud se jedná o zařízení, které se nikam nepřipojuje, provádí se pouze zkoušky vyzařovaných emisí, susceptibility na vyzařované emise a elektrostatický výboj. Pokud je zařízení určeno pro připojení k hostitelskému zařízení metalickým kabelem, je třeba provést zkoušky vedených emisí nebo zkoušky susceptibility na vedené emise.

Mezní hodnoty započítávají vliv lidského těla.

9.5.4.3.1 NCE05.2 – vedené emise, řídicí, signálové a napájecí vodiče 500 Hz až 150 MHz

9.5.4.3.1.1 Použitelnost a meze

Tyto požadavky se mohou použít pro všechny signálové, řídicí a sekundární napájecí vodiče, které se připojují ke zkoušenému zařízení a jsou delší než 0,5 m. Zvláštní pozornost je třeba věnovat vodičům, které jsou umístěny ve stejné instalační trubce, liště nebo kabelovém svazku a vedou k jiným částem stejné platformy a kde může dojít ke křížovým vazbám. V případě, že vnitřní kabely rozhraní zkoušeného zařízení vedou pouze mezi jeho různými částmi a nejsou součástí jiné instalace blíže než 150 mm, pak je možno je ze zkoušek vypustit.

Požadavky jsou určeny pro ověřování úrovní vedených emisí, které se mohou objevit na kabelech zkoušeného zařízení, které jsou v blízkosti jiných kabelů zařízení instalovaných na stejné platformě.

Tyto zkoušky se používají pro zařízení, která jsou součástí výstroje pouze částečně, ale vyžadují se u přenosných zařízení (viz tabulka 502-2).

Volba kmitočtového rozsahu závisí na stejných důvodech, které se používají pro zkoušky vyzařování nízkých kmitočtů, tj. je nemožné provádět zkoušky pro kmitočty nižší než 500 Hz. Korekční faktory používaných proudových sond jsou použitelné v oblasti nad 150 MHz.

9.5.4.3.1.2 Zkušební postupy

Při použití proudové sondy je třeba dávat pozor, aby zkoušený kabel procházel středem otvoru sondy, takže opakovatelnost zkoušky je mnohem vyšší. Toho je možno velmi snadno dosáhnout tím, že se použije nevodivý přípravek, který udržuje kabel uprostřed otvoru sondy. Při umístění sondy je třeba také dávat pozor na okolní kabely, které mohou způsobit nepřesnost měření a je nutno je umístit co nejdál od sondy.

Proudové sondy se umísťují ve vzdálenosti 50 mm od konce konektoru každého zkoušeného vodiče. V případě, že jsou signálové nebo řídicí kabely delší než 1 m, pak se zkouška na kmitočtech vyšších než 30 MHz vyžaduje na obou koncích vodiče.

Pokud se zjistí vyzařované emise na kabelu, musí se proudová sonda posouvat po celé délce kabelu, nebo umísťovat na různá místa kabelu, pro zjištění maximálních úrovní emisí.

Měření pozadí na signálových a řídicích vodičích se provádí při stejném umístění sond, ale při vypnutém zkoušeném zařízení. Při všech měřeních elektromagnetického pozadí se musí veškerá pomocná zařízení EUT zapnout a musí být plně funkční a připojena, i když v některých případech není možno plnou funkčnost zabezpečit, protože není spolupráce se zkoušeným zařízením. Při zapojování rozhraní pomocných zařízení je nutno postupovat opatrně, a kdykoliv je to možné, je třeba používat pasivní nebo filtrované prvky, pro minimalizaci úrovní interference.

Pro účely zkoušky se musí zkoušené zařízení napájet z běžně používaného zdroje, musí se uvést do běžného provozu a musí se sledovat indikační prvky správného provozu.

9.5.4.3.2 NCS07.2 – Susceptibilita na vedené emise, řídicí a signálové vodiče 50 kHz až 400 MHz

9.5.4.3.2.1 Použitelnost a meze

Tato zkouška se používá pro všechny napájecí, řídicí a signálové vodiče připojované ke zkoušenému zařízení. Kabely, které obsahují napájecí vodiče spolu s řídicími a signálovými vodiči jsou také předmětem zkoušky a musí se zkoušet jako svazek.

U mnoha instalací zařízení představují připojené kabely nejnepříznivější vazební cestu pro rušivé signály a představují tak jedno z největších rizik při zjišťování rušivých úrovní, jejichž předmětem je zkoušené zařízení. Toto se děje hlavně v kmitočtové oblasti do 400 MHz. V tomto kmitočtovém rozsahu představují kabely nezamýšlené antény a přijímají vyzařované rušivé emise vlivem odpovídajících vlnových délek nebo vazebního mechanismu se sousedními kabely.

Běžně se tato zkouška nepoužívá pro kabely kratší než 0,5 m, ale u některých citlivých zařízení je nutno zkoušet i kratší kabely, pokud jsou tyto instalovány v hostitelském prostředí nebo existují problémy se susceptibilitou. Zvláštní pozornost je třeba věnovat kabelům připojovaným k externím zařízením nebo citlivým částem zkoušeného zařízení, které mohou způsobovat vedlejší efekty u zařízení, která nejsou součástí zkušební sestavy.

Účelem této zkoušky je zjistit, zda není zkoušené zařízení susceptibilní na rušivé signály v rádiovém spektru, které se indukují v jeho kabeláži ze sousedních kabelů nebo zdrojů vyzařovaných emisí.

9.5.4.3.2.2 Kalibrační postup

Před vlastní zkouškou je třeba určit výkonovou úroveň, která se bude aplikovat do sondy pomocí zkušební přípravky 100 Ω . Vstupní výkon do injektážní sondy se

postupně zvyšuje, dokud se v kalibračním přípravku neindukuje požadovaný RF proud; tento postup se musí provádět v celém kmitočtovém rozsahu.

9.5.4.3.2.3 Zkušební postup

Všeobecně se monitorovací sonda umístí 50 mm od konce konektoru zkoušeného kabelu a injektážní sonda se umístí ve vzdálenosti 50 mm od ní. Zkušební signál se rozmítá v celém požadovaném kmitočtovém rozsahu s úrovní, která se určila v kalibračním přípravku. Tento postup se opakuje na každém kabelu a každé jeho větvi.

Monitorovací a injektážní sonda se musí umístit tak, že zkoušený kabel prochází středem otvorů obou sond. Zkoušený kabelový svazek se musí umístit na nevodivou podložku vysokou 50 mm vzhledem k vodivé zemní ploše zkušebního stolu.

Zkušební signál musí obsahovat nemodulovanou nosnou vlnu a amplitudově modulovanou nosnou vlnu, postupně přiváděnou na každý zkoušený kabel. Pokud se na zkoušeném zařízení projeví susceptibilita, musí se určit práh susceptibility umístěním zkušební injektážní sondy zpět do přípravku, opětovným přivedením příslušného zkušební signálu, který způsobil reakci a měřením indukovaného proudu.

9.5.4.3.2.4 Meze

Meze představují typické průběhy nalezené v celé řadě vojenských instalací a byly určeny empirickým měřením. Akviziční orgán musí dát souhlas při sestavování mezí pro kmitočty, kde existuje předpoklad specifických rušivých kmitočtů, nebo jsou známé problémy při instalaci.

9.5.4.3.3 NCS12.2 – Susceptibilita na vedené emise, elektrostatický výboj

Viz část „Kategorie 501“ – článek 8.6.9.17.

POZNÁMKA V případě zkoušek na figuríně se musí použít zkušební úrovně uvedené v AECTP-253 [4] a zkušební metody uvedené v AECTP-508 Část 2 [5].

9.5.4.3.4 NRE01.2 – Vyzařované emise, magnetické pole 500 Hz až 250 kHz

Rozhodnutí ověřování magnetických vyzařovaných emisí v této kategorii vychází hlavně z faktu, že v případě nízkých kmitočtů dominuje magnetické pole nad elektrickým a dále, že je mnohem obtížnější šířit elektrické pole z antén při těchto vlnových délkách. Ze zkušenosti je zřejmé, že vysílací antény jsou často nejen neúčinné pro elektrické pole, ale také fungují jako přijímací antény, což znamená, že signály musí být relativně dlouhé, aby je bylo možno detekovat.

Magnetické pole se musí měřit v poměrně malé vzdálenosti (běžně 70 mm), protože intenzita pole klesá podle inverzního kubického vztahu. Používané smyčkové antény jsou malé (průměr 150 mm) a vyžadují, aby se pohybovaly kolem povrchu zkoušeného zařízení a připojených kabelových svazků. Pro fyzicky malé zařízení výstroje, jehož rozměry překračují 200 mm, je nutné zkoušet protilehlé strany, u menších zařízení, jejichž rozměry jsou menší než 200 mm, stačí provést ověření pouze z jedné strany. Pole se musí měřit paralelně a kolmo vzhledem ke kabeláži EUT, což zajistí, že se budou detekovat všechny signály. Bližší měřicí vzdálenosti

také umožní lépe lokalizovat zdroj interferencí v případě, že výstroj obsahuje více částí, např. zdroje, které vytvářejí vnitřní emise mezi systémy.

Není žádný důvod měřit signály s kmitočtem nižším než 500 Hz, protože pokud by se musela dělat nějaká opatření, tak by součástky byly příliš velké a zatěžovaly by zařízení výstroje. Stínění by mohlo vyžadovat kovové materiály, což by mohlo zvýšit hmotnost výstroje. Při těchto kmitočtech je také téměř nemožné provádět měření bez detekce základních kmitočtů napájení (50 Hz, 60 Hz nebo 400 Hz) a jejich harmonických složek, které jsou přítomné na všech stanovištích. Protože je není možné stínit/potlačit a je poměrně náročné provádět měření na kmitočtech nižších než 500 Hz, měření pod 500 Hz se neprovádí.

Pro měření elektrického pole s kmitočty vyššími než 250 kHz se používá prutová anténa. Tento kmitočet je možné zvýšit, pokud se zajistí dostatečná citlivost a malé rozměry smyčky. Pokud se toto kmitočtové omezení překročí, pak může být nutné použít řadu různých smyček nebo přizpůsobovací obvody, které nejsou výhodné.

9.5.4.3.4.1 Použití a meze

Aby se dosáhlo kompatibility mezi moderními zařízeními, která pracují spolu, musí se jasně definovat požadavky na vyzařované emise a úroveň susceptibility. Úroveň magnetického pole vztahující se k emisím a susceptibilitě se musí definovat ze složeného měření na odpovídajících vojenských platformách a střední úroveň vyzařování.

Protože tyto úrovně jsou reálné, musí se zařízení navrhovat tak, aby v tomto prostředí uspokojivě pracovalo. U některých zařízení se může jevit nepraktické nepřekročit mezní úroveň vyzařovaných emisí, když je možné umístit zařízení nebo jejich kabeláž do takové vzdálenosti od ostatních zařízení, že jsou požadavky pro vyzařované emise splněny.

Kmitočtový rozsah a mezní úrovně se musí odvodit od nutnosti ochrany zařízení proti vnitřnímu ovlivňování.

Tato zkouška má pouze částečnou použitelnost pro součásti výstroje, ale vyžaduje se pro přenosná zařízení (viz tabulka 502-2).

NRS01.2 je komplementární požadavek na zařízení pro zajištění kompatibility s očekávanými magnetickými poli. Meze NRS01 jsou vyšší pro umožnění variant provozu mezi vyráběnými položkami a skutečností, že vyzařované emise ze zkoušeného zařízení mohou vytvářet vazbu v mnohem větším prostoru, než bylo vyhodnoceno při zkušebních postupech NRS01.2.

Meze pro pozemní aplikace NRE01.2 jsou určeny na základě prevence proti indukci vyšší než 2,5 mV (5 mV v NRS01) ve smyčce o průměru 133 mm. Protože magnetická indukce je úměrná kmitočtu a mez klesá se směrnici 20 dB/dekádu, indukované napětí je v daném prostoru smyčky konstantní.

9.5.4.3.5 NRE02.2 – Vyzařované emise, elektrické pole 88 MHz až 18 GHz

9.5.4.3.5.1 Použití a meze

Požadavky je možno použít pro elektrické pole vyzařované ze zkoušeného zařízení a připojených kabelů. Základním účelem je ochrana citlivých přijímačů před rušením

indukovaným v anténách spojených s přijímači. Mnoho laděných přijímačů má citlivost v řádech mikrovoltů a jsou spojeny s anténou, která je konstruována jako citlivý snímač energie v provozním pásmu přijímače. Potenciální možnost rušení vyžaduje poměrně přísné požadavky na opatření proti poruchám v rámci provozuschopnosti.

Není zde žádný vztah mezi požadavky NRS02, které jsou určeny pro susceptibilitu na vyzařované emise elektrického pole. V minulosti se provádělo poměrně mnoho pokusů pro srovnání požadavků vyzařovaných emisí elektrického pole a usceptibility se zdůvodněním jejich odchylek a zrušení požadavku. Zatímco NRE02 je spojeno s potenciálními vlivy přijímačů spojených s anténami, NRS02 simuluje pole, které je způsobeno vysílači spojenými s anténami a externími vysílači.

I když je tento přístup dostatečně citlivý pro přesné měření úrovní emisí, je poměrně obtížné určit, zda jsou emise schopné způsobit vnitřní problémy v zařízení a je velmi nepravděpodobné určit přesně vstupní bod, kde signál přichází z jiného místa. Pro zjištění bodu šíření se vyžaduje zkouška vedených emisí, která používá proudovou sondu umístěnou na kabelový svazek.

9.5.4.3.6 NRS01.2 – Susceptibilita na vyzařované emise, magnetické pole 500 Hz až 100 kHz

9.5.4.3.6.1 Použití a meze

Tento požadavek je určen především pro ujištění, že provoz zařízení, které je potenciálně citlivé na magnetické pole o nízkém kmitočtu, nebude narušen. NRE01.2 je komplementární požadavek k vyzařovaným emisím magnetického pole ze zařízení nebo podsystémů. Tento požadavek je podrobně rozveden v diskusi NRE01.2.

Pro pozemní zařízení platí základní vztah mezi mezemi NRS01.2 a NRE01.2, které mají stejný tvar. Mez NRS01.2 je odvozena od napětí 5 mV (nezávisle na kmitočtu), které se indukuje ve smyčce o průměru 127 mm.

Zkouška má částečnou působnost pro součásti výstroje, ale vyžaduje se pro přenosná zařízení (viz tabulka 502-2).

Použití modifikovaných mezí se může požadovat pro mnohem citlivější oblasti vnitřních částí zařízení.

Diskuse: *Laboratorní zkoušky se prováděly vzhledem k možnosti použití smyčkové sondy o průměru 133 mm specifikované ve zkušebním postupu NRE01.2 místo smyčkové sondy o průměru 40 mm, použité v tomto zkušebním postupu pro ověření vyzařovaného pole. Zkouškami se zjistilo, že smyčková sonda o průměru 133 mm neposkytuje požadované výsledky, vlivem různých úrovní vyzařovaného pole v prostoru smyčkové sondy. Smyčková sonda s menším průměrem poskytuje přesné měření intenzity pole v blízkosti osy vyzařovací smyčky. Požaduje se korekční faktor křivky pro převod napětí indikovaného měřicím přijímačem na magnetické pole dBpT. Výrobci používají různé konstrukce, které způsobují, že korekční faktor se někdy mění. Pokud nejsou k dispozici spolehlivé kalibrační údaje, je nutno použít údaje výrobce.*

9.5.4.3.6.2 Zkušební postup

Požadavek je ten, že se zkouška musí provést na každém konektoru elektrického rozhraní. V případě malých rozměrů konektoru zkoušeného zařízení mohou být konektory tak blízko sebe, že smyčková sonda může být ozářena více než jedním konektorem. Tato okolnost se musí uvést ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP).

9.5.4.3.7 NRS02.2 – Susceptibilita na vyzařované emise, elektrické pole 50 kHz až 18 GHz

9.5.4.3.7.1 Použití a meze

Požadavky jsou použitelné pro EUT a příslušné kabely zkoušeného zařízení. Základním cílem je zjistit, zda bude zařízení pracovat bez poruch v přítomnosti elektromagnetického pole generovaného anténami vysílačů umístěných jak na palubě tak mimo platformu.

Zkoušené zařízení se vystaví vyzařovanému poli s nižším kmitočtem (okolo 50 kHz) pro určení susceptibility na vyzařování generované uvnitř normální instalace zkoušeného zařízení jinými elektronickými/elektrickými součástkami, jakož i součástkami spojenými se zapínáním zdroje.

Není zde žádná spojitost mezi těmito požadavky a požadavky NRE02. Meze NRE02 jsou přednostně určeny pro ochranu přijímačů spojených s anténami, zatímco NRS02 simuluje pole, která jsou vytvářena anténami vysílačů.

Požadované meze se určují na základě úrovní očekávaných během provozního životního cyklu zařízení. Není nutné, aby představovaly nejhorší případ prostředí, kterému se může zařízení vystavit. RF prostředí se může prudce měnit, zvláště zásluhou zařízení, která nejsou umístěna na platformě. Meze představují úrovně, o kterých se předpokládá, že pokrývají většinu situací.

Možné požadavky akvizičního orgánu pro dodavatelskou dokumentaci mohou změnit požadované úrovně a kmitočtový rozsah v závislosti na konkrétní instalaci. Skutečné úrovně pole je možno vypočítat z charakteristik zdrojů rušení, vzdálenosti mezi zdrojem a zařízením a případného stínění. AECTP-258 [6] poskytuje informace, které přispívají k přehledu elektromagnetického prostředí. Možné použití zařízení v jiné instalaci a potenciální přidání nebo přemístění zdrojů rušení je nutno zvážit. Další možností zkoušky je změna standardní modulace obdélníkovým signálem s kmitočtem 1 kHz nebo použití modulací skutečně přítomných na platformě.

Intenzita pole se monitoruje v blízkosti EUT rozměrově malou sondou pole, externě připojenou k monitoru optickým vláknem. Použití modifikovaných mezí se může požadovat pro mnohem citlivější oblasti vnitřních částí zařízení.

9.5.5 Zkušební postupy

9.5.5.1 NCE05.2 – Vedené emise, řídicí, signálové a napájecí vodiče 500 Hz až 150 MHz

9.5.5.1.1 Použití

Zkouška je použitelná pouze pro zařízení s kabely. Zkouška se nepoužívá pro zařízení s koaxiálními anténními konektory nebo kabely, jejichž délka je menší než 0,5 m. Všechny popruhy EUT jsou předmětem zkoušky. EMITP musí obsahovat informace o tom, které řídicí a signálové vodiče jsou v typické instalaci seskupeny dohromady. EMITR musí obsahovat seskupení a rozložení.

9.5.5.1.2 Meze

Vedené emise na napájecích, řídicích a signálových vodičích nesmí pro zařízení umístěné na výstroji nebo přenosné zařízení určené pro pozemní aplikace překročit meze uvedené na obrázku 502-2.

9.5.5.1.3 Zkušební postup

9.5.5.1.3.1 Účel

Účelem této zkoušky je ujištění, že vedené rušení v nesymetrickém režimu na všech řídicích, signálových a napájecích vodičích zkoušeného zařízení (EUT) je v odpovídajících mezích, aby nebyl rušen rádiový příjem a minimalizovalo se rušení citlivých elektronických okolních přístrojů, určených pro pozemní aplikace.

9.5.5.1.3.2 Zkušební zařízení

Provedení zkoušky vyžaduje následující zařízení:

- a) měřicí přijímače,
- b) proudové sondy,
- c) signálový generátor,
- d) záznamové zařízení,
- e) osciloskop,
- f) rezistor (R).

9.5.5.1.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Typické uspořádání zkoušeného zařízení je uvedeno na obrázku 502-1. Podrobnější informace jsou uvedeny v článku 9.4.13.
- b) Kalibrace: Uspořádat měřicí zařízení pro kontrolu podle obrázku 502-3.
- c) Měření zkoušeného zařízení
 - 1) Pro zkoušku shody uspořádat zkušební zařízení podle obrázků 502-4 a 502-5.

- 2) Sondu umístit na signálových, řídicích a sekundárních napájecích vodičích 50 mm od zkoušeného zařízení. Pokud je na kabelu konektor, který neumožňuje správné umístění sondy, musí se sonda umístit tak blízko, jak je to možné.
- 3) Na signálových, řídicích a sekundárních napájecích vodičích se musí na kmitočtech vyšších než 30 MHz provést měření na obou koncích kabelu. Kabely, které jsou kratší než 1 m, nejsou předmětem zkoušky.
- 4) Podrobnější informace jsou uvedeny v článcích 9.4.9, 9.4.20 a 9.4.21.

9.5.5.1.3.4 Postup

Zkušební postup musí být následující:

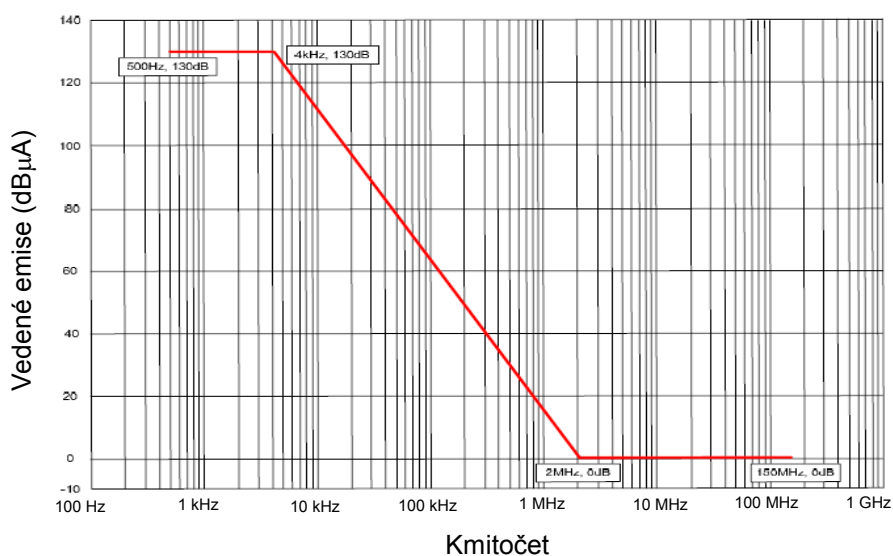
- a) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Kalibrace: Ověřit funkci celého měřicího řetězce od proudové sondy až po záznamové zařízení.
 - 1) K proudové sondě přivést kalibrační signál, jehož úroveň je 6 dB pod požadovanou mezí na kmitočtech 1 kHz, 3 kHz, 10 kHz, 100 kHz, 1 MHz, 10 MHz a 150 MHz.
 - 2) Pomocí osciloskopu a zatěžovacího rezistoru ověřit úroveň proudu a tvar signálu, který musí být sinusový.
 - 3) Měřicí přijímač nastavit na každý kmitočet stejným způsobem jakým se nastavuje normální skenování dat. Ověřit, že záznamové zařízení indikuje úroveň v pásmu ± 3 dB injektované úrovně.
 - 4) Pokud se zaznamenané úrovně odchylují o víc než ± 3 dB, zjistit příčinu a odstranit ji ještě před vlastní zkouškou.
- c) Měření zkoušeného zařízení: Určit vedené emise ze signálových, řídicích a sekundárních napájecích vodičů zkoušeného zařízení včetně zpětných vodičů.
 - 1) Zapnout zkušební zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
 - 2) Zvolit vodič, který se bude zkoušet a umístit na něho zkušební proudovou sondu.
 - 3) Měřicím přijímačem procházet potřebný kmitočtový rozsah, při odpovídajícím nastavení rozlišovací šířky pásma a doby měření, které jsou specifikovány v tabulce 501-4 v části 501.
 - 4) Postup ve výše uvedeném kroku 3) opakovat pro každý zkoušený vodič.

POZNÁMKA Některé popruhy mohou obsahovat kabely, které vedou napájecí napětí generované v jednom zkoušeném zařízení systému do druhého zkoušeného zařízení tj. sekundární napájecí kabely. Tyto kabely se musí zkoušet spolu s ostatními kabely včetně popruhu.

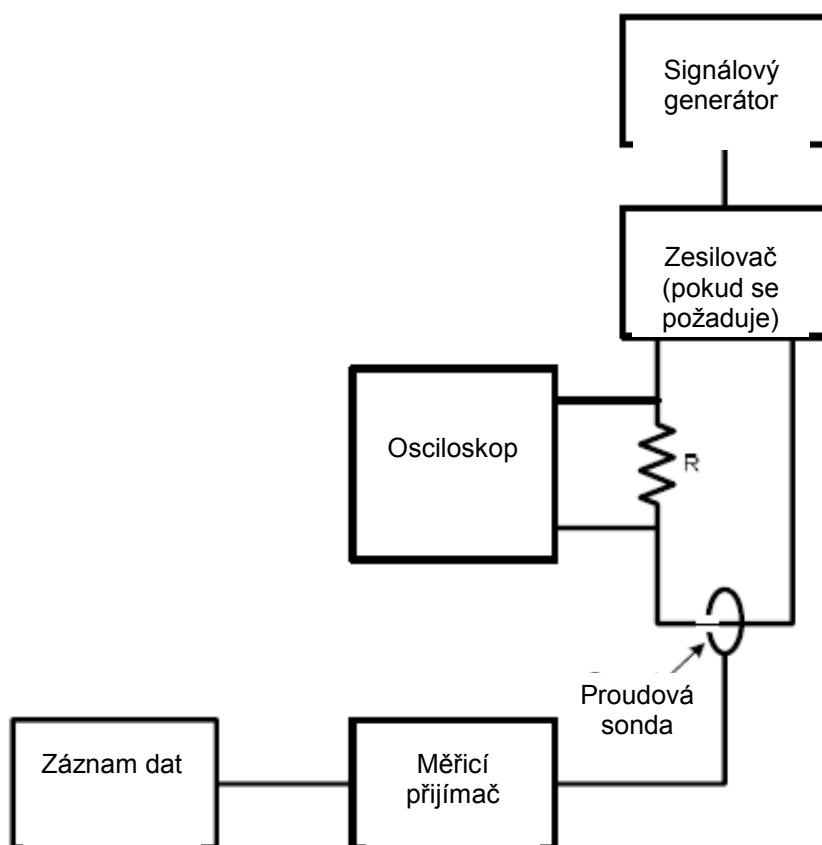
9.5.5.1.4 Prezentace výsledků

Výsledky se musí prezentovat následujícím způsobem:

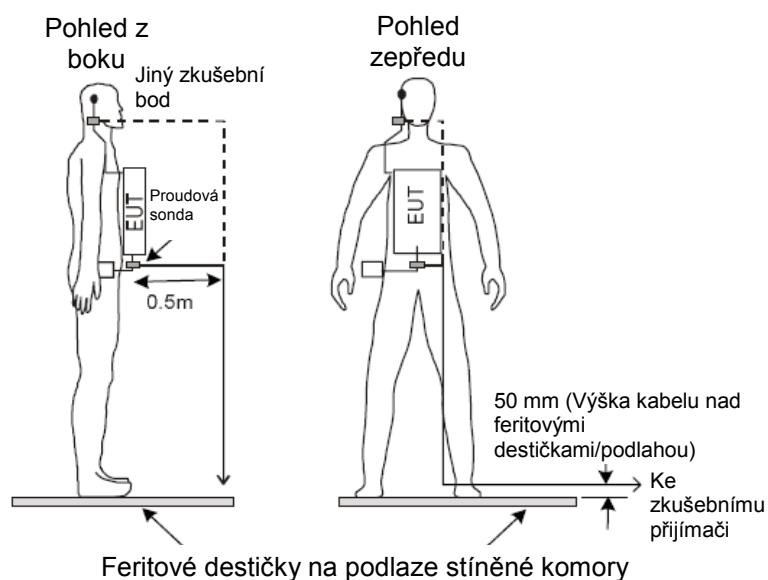
- Výsledky se musí uspořádat do grafu s průběžně a automaticky zaznamenanou amplitudou v závislosti na kmitočtu. Ručně získané údaje se nesmí použít s výjimkou ověřovacího měření.
- V každém grafu se musí zobrazit požadované mezní hodnoty.
- Minimální kmitočtové rozlišení je 1 % nebo dvojnásobek rozlišovací šířky pásma měřicího přijímače, podle toho, která hodnota je méně přísná a minimální rozlišení úrovně amplitudy musí být 1 dB.
- K dispozici musí být grafy měřicí i kalibrační části zkoušky.



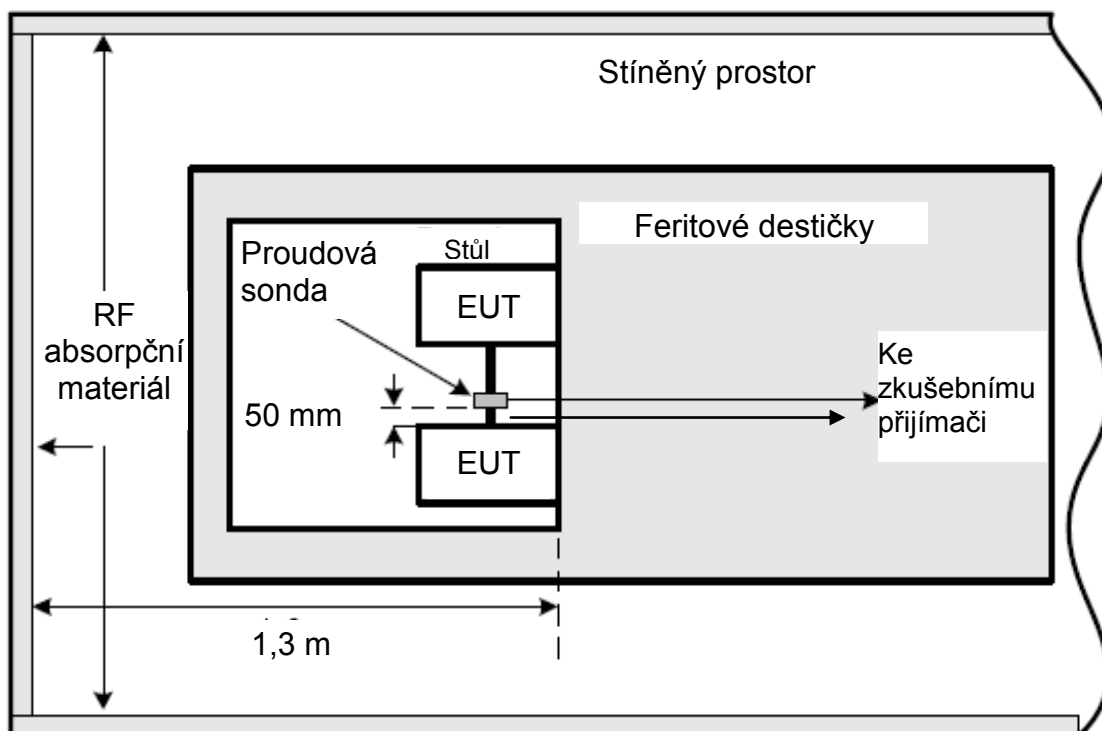
OBRÁZEK 502-2 – Meze pro výstroj a přenosná zařízení



OBRÁZEK 502-3 – Zapojení při kalibraci měřicího systému



OBRÁZEK 502-4 – Typické uspořádání pro zkoušku výstroje



OBRAZEK 502-5 – Uspořádání při zkoušce přenosného zařízení

POZNÁMKA Kabel sondy vede vertikálně k podlaze a pak teprve k měřicímu přijímači, jak je uvedeno na obrázku 502-4.

9.5.5.2 NCS07.2 – Susceptibilita na vedené emise, řídicí, signálové a napájecí kabely, 50 kHz až 400 MHz

9.5.5.2.1 Použití

Předmětem této zkoušky jsou kabelové svazky, které připojují zkoušené zařízení k ostatním zařízením celého systému (včetně primárních napájecích vodičů) a propojují tedy samostatné jednotky zkoušeného zařízení. Kabelové svazky se mohou zkoušet jako celek nebo se mohou zkoušet jejich jednotlivé vodiče. Kabelové svazky nebo jednotlivé vodiče, které se budou zkoušet je nutno definovat ve zkušebním plánu podle následujících základních pravidel:

- Všechny kabelové svazky se musí zkoušet jako celek konektor po konektoru.
- U některých zkoušených zařízeních (včetně podsystémů pro řízení a/nebo inicializaci zařízení obsahující elektro-explozivní zařízení (EED)) je možno vedle výše uvedeného požadavku a) zvolit na požadavek akvizičního orgánu jednotlivé vodiče nebo větve kabelových svazků.

Podrobnější informace jsou uvedeny v článku 9.5.4.3.2.

POZNÁMKA U systémů, které jsou redundantní, se mohou akvizičním orgánem požadovat souběžné zkoušky několika kabelových svazků.

9.5.5.2.2 Meze

Meze pro zařízení výstroje a přenosná zařízení v jednotkách proudu v kalibračním upínacím přípravku jsou uvedené na obrázku 502-6.

POZNÁMKA Meze jsou uvedeny ve vrcholových hodnotách a jsou použitelné pro všechny modulační charakteristiky specifikované v článku 9.4.25.

9.5.5.2.3 Zkušební postup

Před provedením této zkoušky je nutno prostudovat článek 9.4.25. Obrázky 502-7 a 502-8 ukazují typické uspořádání při zkoušce zařízení výstroje a přenosných zařízení.

9.5.5.2.3.1 Účel

Účelem této zkoušky je potvrdit, že RF signály v rozsahu 50 kHz až 400 MHz, které se indukují na propojovacích kabelech a napájecích vodičích zkoušeného zařízení, nezpůsobí zhoršení funkce. Navíc je možno při zkoušce určit práh susceptibility pro systémy, které při srovnání s úrovní proudů v kabelech vyvolaných provozem v sousedních nebo blízko umístěných zdrojů vysílání měřených během přijímacích zkoušek, zůstanou v odpovídajících bezpečných mezích.

9.5.5.2.3.2 Zkušební zařízení

Sondy použité pro tuto zkoušku musí mít při umístění do kalibračního přípravku 100 Ω následující charakteristiky a parametry uvedené v tabulce 502-3

- a) Vložný útlum musí být v mezích uvedených v tabulce 502-3. Empiricky určená specifikace pro sondy použité pro injektáž netlumeného proudu do kabelových svazků je uvedena v tabulce 502-3. Tyto specifikace jsou určeny na základě normálních řídicích podmínek, kdy není jádro sondy v magnetické saturaci. Zkušební obsluha se musí ujistit, že při měření a kalibrace nedochází k saturaci jádra.
- b) Sondy musí být schopny dodat do zkušebního přípravku uvedeného na obrázku 502-8 požadovaný proud.

TABULKA 502-3 – Provozní parametry pro injektážní sondu netlumeného signálu

Kmitočtový rozsah (MHz)	0,05 – 4,0	4 – 200	200 – 400
Vlastní indukčnost (mH) ± 20 %	29,2	0,7	0,35
Vlastní rezonanční kmitočet (MHz) ± 20 %	1,25	53,5	70,0
Rezonanční impedance (Ω) ± 25 %	394	233	165
Vložený útlum (dB) ± 3 dB při			
0,05 MHz	21,0		
0,1 MHz	15,0		
0,2 MHz	12,0		

TABULKA 502-3 – Provozní parametry pro injektážní sondu netlumeného signálu

Kmitočtový rozsah (MHz)	0,05 – 4,0	4 – 200	200 – 400
Vlastní indukčnost (mH) ± 20 %	29,2	0,7	0,35
Vlastní rezonanční kmitočet (MHz) ± 20 %	1,25	53,5	70,0
Rezonanční impedance (Ω) ± 25 %	394	233	165
0,3 MHz	10,7		
0,4 MHz	10,1		
0,5 MHz	9,9		
1,0 MHz		11,0	
4,0 MHz		6,0	
10,0 MHz		4,9	5,5
30,0 MHz		5,0	6,0
100,0 MHz		5,5	
200 MHz			
400 MHz			
Max vstupní výkon (W)	100	100	100

9.5.5.2.3.3 Provedení

Zkušební metoda má dvě základní části:

- a) Kalibrace injektážní proudové sondy, která se musí provést před každou zkouškou zařízení nebo řadou stejných zkoušek. Viz článek 9.5.5.2.3.43.4.
- b) Měření zkoušeného zařízení. Viz článek 9.5.5.2.3.53.5.

POZNÁMKY

- 1 Požadavky modulace jsou uvedeny v článku 9.4.25.
- 2 Injektážní sondy požadované pro tuto zkoušku jsou navrženy tak, aby pracovaly v lineární části provozní charakteristiky pro dohodnuté úrovně. Pokud se při kalibraci zjistí nelineární efekt, tj. když se při zvýšení výkonu o 1 dB nezvýší v kalibračním přípravku proud o 1 dB, pak je výkonový zesilovač nebo injektážní sonda v režimu saturace. Pokud se pozoruje tento jev, mohlo dojít k nevratnému poškození sondy a je třeba provést vyšetření příčiny.

9.5.5.2.3.4 Kalibrace

Následující kalibrační postup se musí provést před měřením zkoušeného zařízení za použití stejného zkušebního uspořádání a sond, které se budou používat při vlastní zkoušce. Injektážní sonda se musí umístit do kalibračního zkušebního přípravku 100 Ω , který je popsán v kategorii 501 na obrázku 501-19. Kalibrační přípravek se musí na jedné straně zakončit koaxiální zátěží 50 Ω , 50 W (minimálně)

a na druhé straně se musí připojit k měřicímu systému s impedancí 50 Ω (spektrální analyzátor, nebo vf voltmetr). Pro ochranu měřicího systému se musí použít útlumový člen 20 dB dimenzovaný na výkon 50 W (minimálně). Hodnota VSWR na obou stranách kalibračního přípravku musí být nejméně 1,2:1 v celém kmitočtovém rozsahu zkoušky. Injektážní sonda je připojena k výkonovému zesilovači, který se budí ze signálového generátoru. Mezní hodnoty specifikované pro tuto zkušební metodu se uvádí jako proud indukovaný v tomto kalibračním přípravku.

Zkušební signál přiváděný do injektážní sondy se musí zvyšovat do té doby, dokud voltmetr nebo spektrální analyzátor neukazuje, že úroveň proudu tekoucího přípravkem odpovídá mezní křivce. Musí se zaznamenat výkon dodávaný do sondy. Měření se provádí v kmitočtovém rozsahu 50 kHz až 400 MHz s vhodným krokem, aby se zjistilo, zda je odchylka amplitudy mezi jednotlivými měřeními body menší než 1 dB.

Kalibrační křivky se musí uvést v EMITP. Výkon dodávaný do injektážní proudové sondy pro dosažení potřebného proudu, je zkušební úroveň použitá při zkoušce.

POZNÁMKA Tento postup se musí použít pro každou použitou modulaci.

9.5.5.2.3.5 Měření zkoušeného zařízení

- a) Zkouška se musí použít pro celé kabely nebo jednotlivé vodiče, které jsou definovány ve zkušebním plánu zařízení.
- b) Jako minimální požadavek se uvažuje umístění injektážní sondy kolem celého kabelového svazku a pak postupně kolem všech větví kabelového svazku. Pokud je to praktické, musí se ve vzdálenosti 50 mm od konektoru umístit kolem kabelového svazku monitorovací proudová sonda. V takovém případě se musí její poloha vyznačit ve zkušebním protokolu. Pokud celková velikost konektoru a krytu přesahuje 50 mm, musí se monitorovací sonda umístit co nejbližší krytu konektoru. Toto není vždy možné, protože popruhy mohou být integrální součástí výstroje (oblečení). Za těchto podmínek zaznamenat polohu sondy.
- c) Injektážní proudová sonda se musí umístit okolo zkoušeného kabelového svazku nebo vodiče tak, že vzdálenost mezi monitorovací a injektážní proudovou sondou je co nejbližší, ale není menší než 50 mm.
- d) Výkon přiváděný do injektážní sondy se musí rozmítat ve zkušebním kmitočtovém rozsahu a parametry indukovaného proudu a dodávaného výkonu se musí zaznamenat. Záznam údajů se požaduje při zkušebních úrovních, kdy se nevyskytne žádná porucha funkce, ne při prahových podmínkách, kdy se porucha vyskytuje. Je třeba dávat pozor, aby nedošlo k přehřátí zkoušeného kabelu injektážní sondou, která se může při zkoušce zahřát na vysokou teplotu. Aby nedošlo k poškození kabeláže zkoušeného zařízení, musí se indukovaný proud omezit na hodnotu uvedenou v tabulce 502-4. Zkoušené zařízení vyhovuje požadavku v případě, že se nevyskytuje žádné zhoršení funkce při úrovních indukovaného proudu, které jsou uvedeny v tabulce 502-4 za předpokladu, že jsou dosaženy požadované úrovně výkonu zkoušky. Požadavky zkušebních úrovní jsou splněny v případě, že se nevyskytne

žádná porucha funkce, při dosažení indukovaných úrovní uvedených v tabulce 502-4, spíše než při dosažení zkušebních úrovní výkonu.

TABULKA 502-4 – Meze proudu indukovaného do vedení EUT

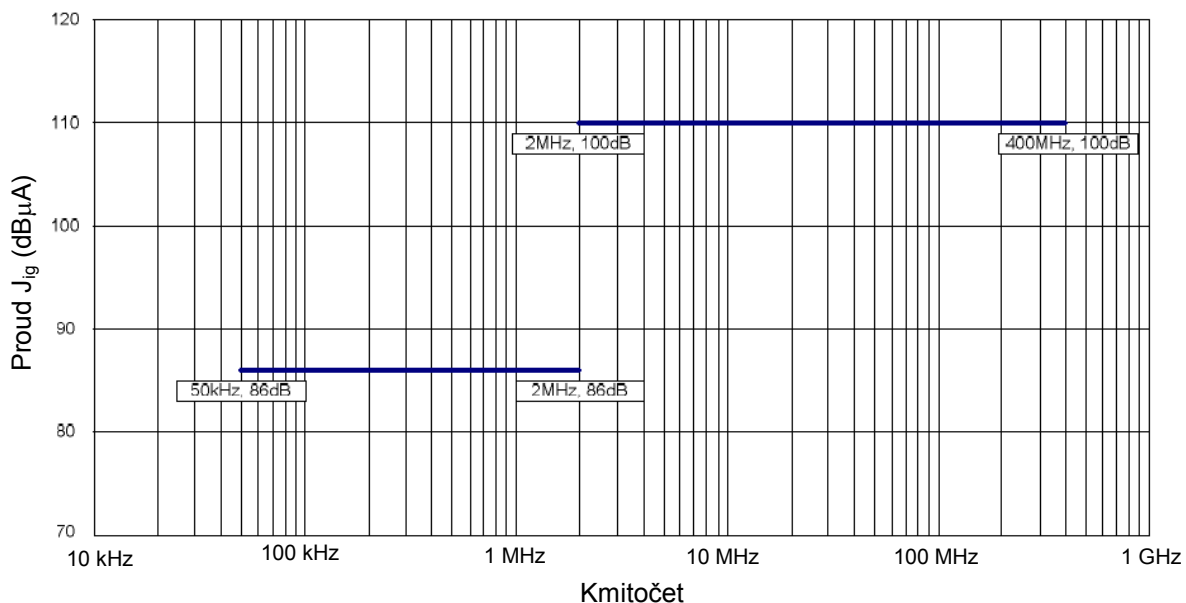
Kmitočtový rozsah (MHz)	Maximální úroveň indukovaného proudu (A)
0,05 – 2,00	0,4
2 - 400	2,0

- e) Na kmitočtech, kdy se projeví příznaky susceptibility, se musí amplituda signálu snižovat až do té doby, kdy se dosáhne prahové hodnoty susceptibility. Zkontrolovat hysterezi amplitudy signálu snižováním a následným zvyšováním signálu v okolí prahu susceptibility. Zaznamenat se musí nižší nebo obě hodnoty.

9.5.5.2.4 Prezentace výsledků

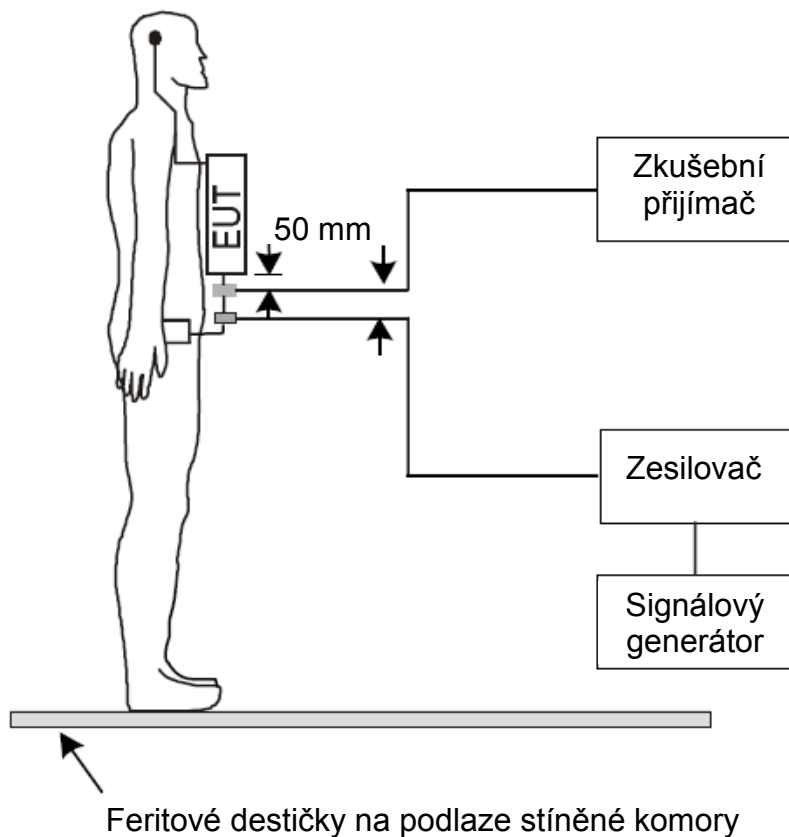
Prezentace výsledků musí být následující:

- Uvést graf závislosti amplitudy úrovně výkonu nutného pro dosažení kalibrační úrovně na kmitočtu.
- Uvést tabulky, které ukazují skenovaný kmitočtový rozsah a dosažení shody s požadavky vyhodnocení susceptibility pro každý konektor rozhraní. V případě výskytu poruch funkce uvést prahy susceptibility spolu s jejich odpovídajícími kmitočty.

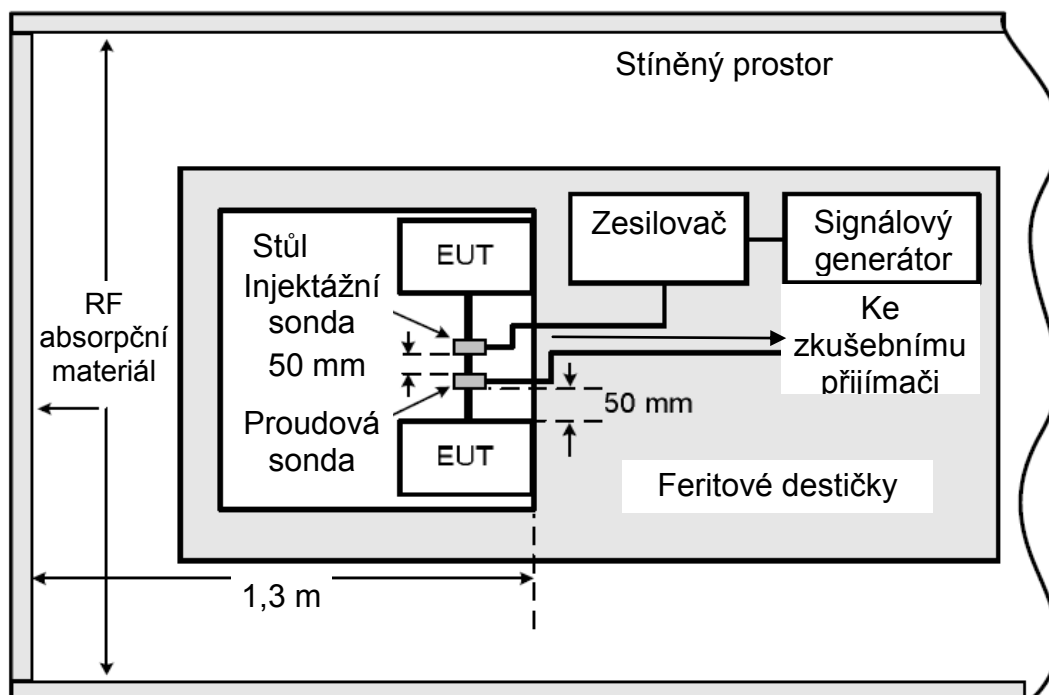


OBRÁZEK 502-6 – Meze pro výstroj / přenosné zařízení (proud indukovaný v kalibračním přípravku)

Pohled z boku



OBRÁZEK 502-7 – Typické uspořádání zkoušky pro zařízení výstroje



OBRÁZEK 502-8 – Typické uspořádání zkoušky pro přenosná zařízení

9.5.5.3 NCS12.2 – Susceptibilita na vedené emise, elektrostatický výboj (ESD)

9.5.5.3.1 Použití

Tato zkouška je určena pro všechny zařízení výstroje / přenosná zařízení.

Meze a zkušební postup jsou uvedeny v kategorii 501 metoda NCS12.

9.5.5.4 NRE01.2 – Vyzařované emise, magnetické pole 500 Hz až 250 kHz

9.5.5.4.1 Použití

Požadavky jsou použitelné pro vyzařované emise přes kryty zařízení a podsystémů včetně kabelů elektrických rozhraní.

Podrobnější informace jsou uvedeny v článku 9.5.4.3.4.

9.5.5.4.2 Meze

Vyzařované úrovně magnetického pole z výstroje nebo přenosného zařízení nesmí překročit mezní úrovně uvedené na obrázku 502-9.

9.5.5.4.3 Zkušební postup

9.5.5.4.3.1 Účel

Zkušební postup se používá pro ověření, že úrovně vyzařovaného magnetického pole ze zkoušeného zařízení a přiřazených elektrických rozhraní nepřesáhnou specifikované mezní hodnoty.

9.5.5.4.3.2 Zkušební zařízení

Zkušební zařízení musí být následující:

- a) měřicí přijímače,
- b) záznamové zařízení,
- c) smyčková sonda – definovaná v části „Kategorie 501“, zkušební metoda NRE01,
- d) ohmmetr,
- e) signálový generátor.

9.5.5.4.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Provést základní uspořádání zkoušeného zařízení podle obrázků 502-10 a 502-11, ale doporučuje se také zohlednit požadavky uvedené v článku 9.4.13.
- b) Kalibrace: Uspořádat měřicí sestavu podle obrázku 502-12.
- c) Měření zkoušeného zařízení: Umístění a orientace smyčkové sondy vzhledem ke zkoušenému zařízení je uvedeno na obrázku 502-13.

POZNÁMKA U této zkoušky jsou feritové destičky na podlaze volitelné.

9.5.5.4.3.4 Postup

Zkušební postup musí být následující:

- a) Zapnout měřicí zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Kalibrace.
 - 1) Přivést kalibrační signál o kmitočtu 50 kHz, který je nejméně 6 dB pod mezní hodnotou (mínus korekční faktor smyčkové sondy). Nastavit na měřicím přijímači střední kmitočet 50 kHz. Zaznamenat naměřenou úroveň.
 - 2) Ověřit, že měřicí přijímač indikuje úroveň injektovaného signálu v pásmu ± 3 dB.
 - 3) Pokud se naměřená úroveň liší o více než ± 3 dB, zjistit příčinu a před vlastním měřením ji odstranit.
 - 4) Za pomoci ohmmetru ověřit, že odpor vinutí smyčkové sondy pro stejnosměrný proud je přibližně 10 Ω .
- c) Měření zkoušeného zařízení.
 - 1) Zapnout zkoušené zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
 - 2) Umístit smyčkovou sondu 70 mm od zkoušeného zařízení nebo konektoru elektrického rozhraní, které se ověřuje. Rovinu smyčkové sondy orientovat paralelně k povrchu zkoušeného zařízení a paralelně k osám konektorů.
 - 3) Přeladovat měřicí přijímač v daném kmitočtovém rozsahu pro lokalizaci maximálních úrovní kmitočtů, při použití rozlišovací šířky pásma a minimální doby měření uvedené v tabulce 501-4.
 - 4) Naladit měřicí přijímač na jeden kmitočet nebo kmitočtový rozsah, které jsou definované ve výše uvedeném kroku 3).
 - 5) Sledovat výstup přijímače a pohybovat smyčkovou sondou podél povrchu zkoušeného zařízení nebo kolem konektoru ve vzdálenosti 70 mm. Zaznamenat bod s maximální úrovní vyzařování pro každý kmitočet identifikovaný ve výše uvedeném kroku 4).
 - 6) V bodě, kde se zjistí maximální úroveň vyzařování, orientovat ve vzdálenosti 70 mm od povrchu zařízení smyčkovou sondu tak, aby se získala maximální úroveň a tuto zaznamenat.
 - 7) Pro kmitočty vyšší než 500 Hz opakovat výše uvedené kroky 4) až 6) pro nejméně tři kmitočty na oktávu s maximální úrovní vyzařování.
 - 8) Pro každou stranu zkoušeného zařízení a elektrický konektor opakovat výše uvedené kroky 2) až 7).

V případě, že zkoušená jednotka přesahuje specifikovanou mez při vzdálenosti 70 mm, musí se určit vzdálenost a umístění smyčkové sondy, při které je dosaženo shody.

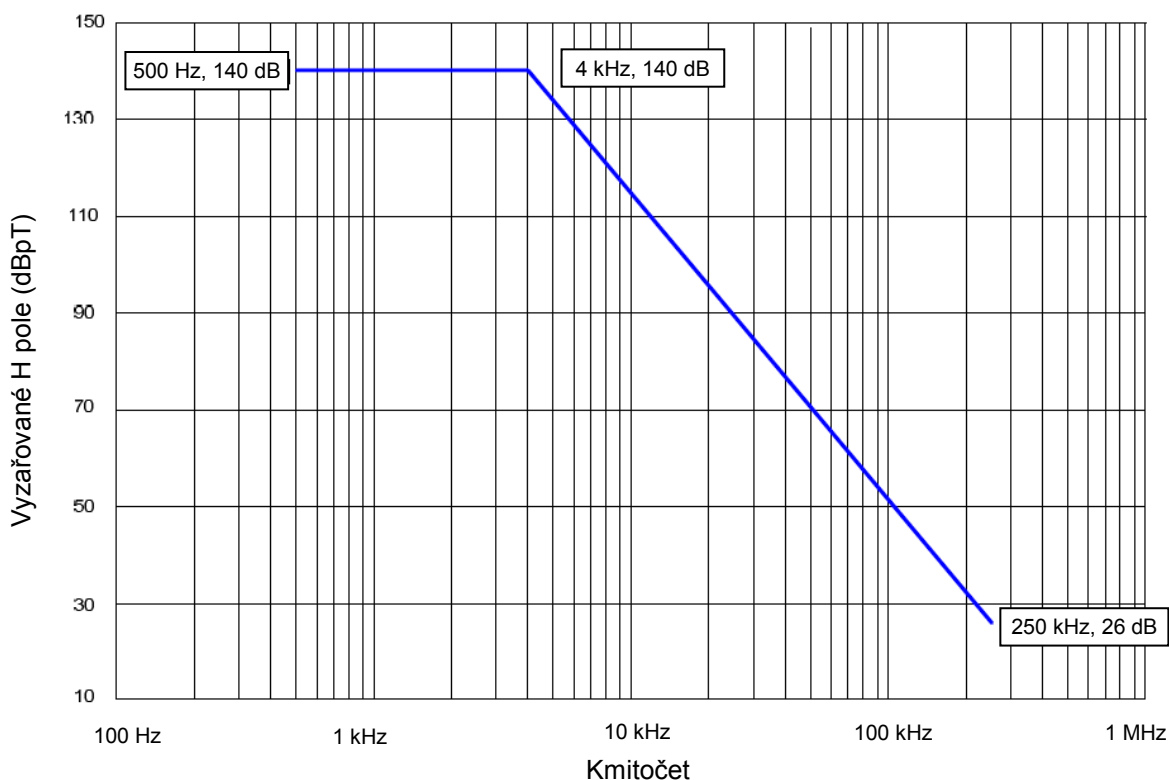
Dále je třeba akceptovat požadavky uvedené v člancích 9.4.9, 9.4.21 a 9.4.26.

POZNÁMKA Pokud jsou fyzické rozměry EUT menší než 70 mm, je nutné měřit pouze jednu z protilehlých stran. Pokud je jeden z rozměrů zařízení výstroje větší než 70 mm, pak se zkouška může provádět na zkušebním stole, protože není možný přístup k protilehlé straně vlivem použité figuríny.

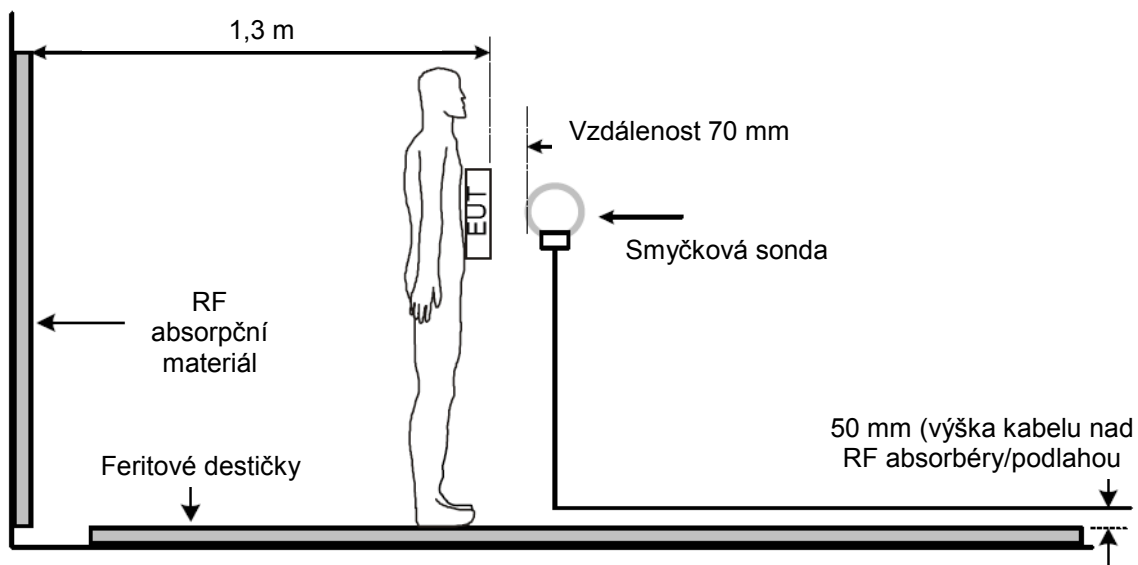
9.5.5.4.4 Presentace výsledků

Presentace výsledků musí být následující:

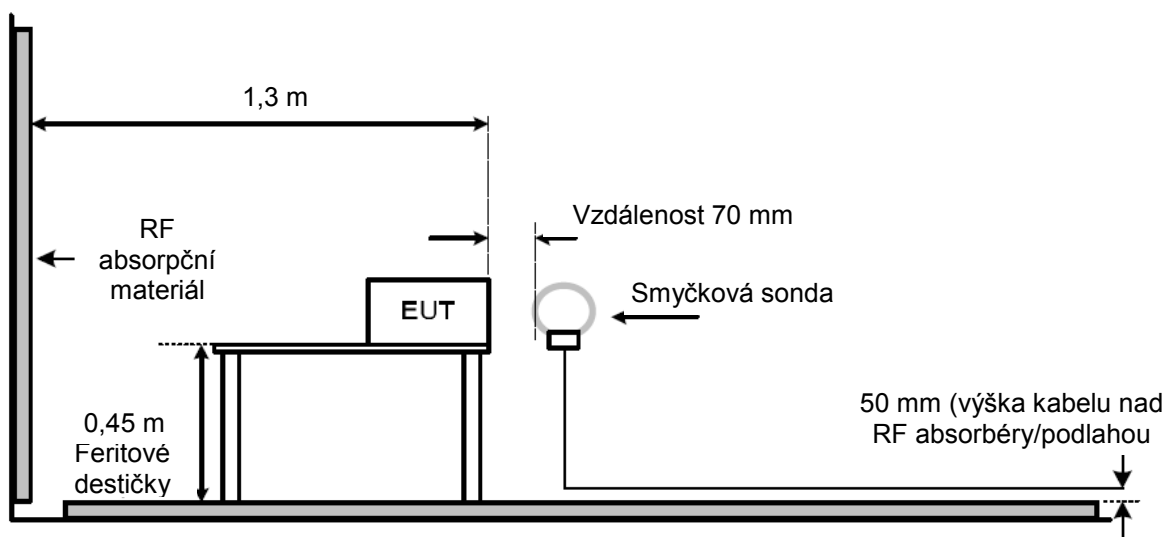
- Uvést graf skenování a tabulku všech kmitočtů, na kterých se provádělo podrobné měření, provozní režimy, měřené magnetické pole a mezní úrovně magnetického pole.



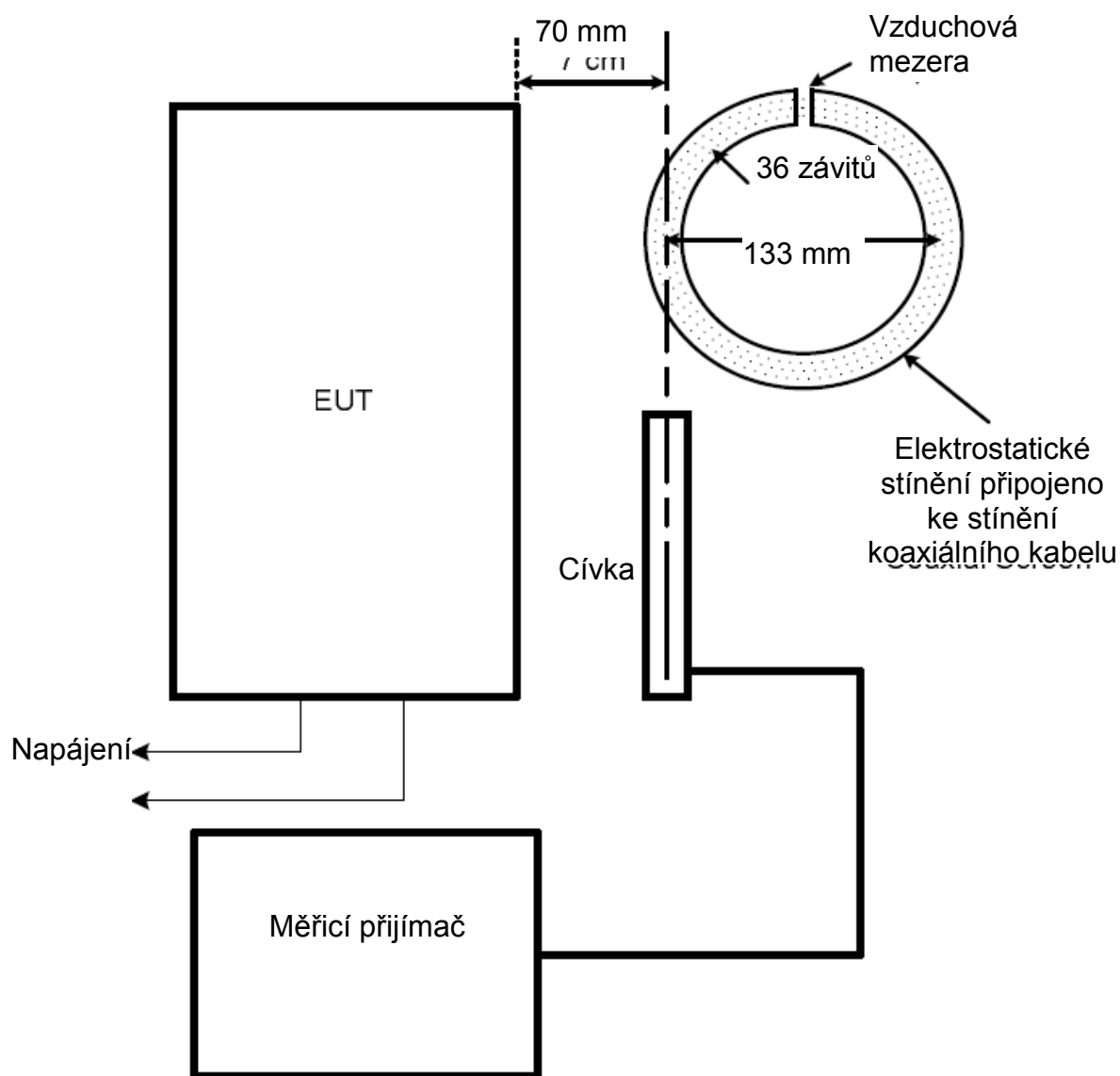
OBRÁZEK 502-9 – Meze zařízení výstroje / přenosné zařízení pro pozemní aplikace



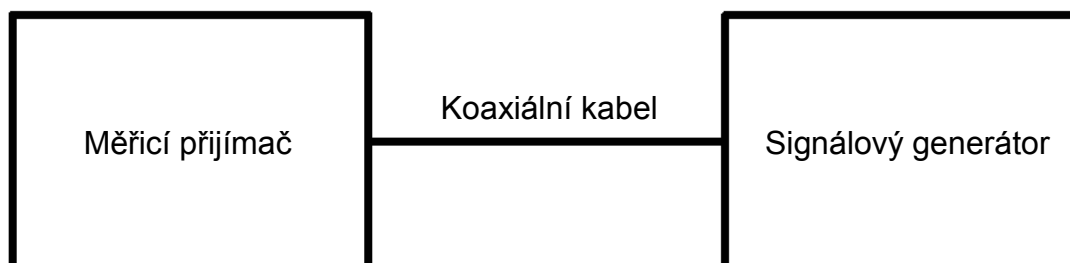
OBRÁZEK 502-10 – Typické uspořádání při měření zařízení výstroje



OBRÁZEK 502-11 – Typické uspořádání při zkoušce přenosného zařízení



OBRÁZEK 502-12 – Umístění zkušební cívky pro měření magnetického rušení (500 Hz až 250 kHz)



OBRÁZEK 502-13 – Uspořádání při kalibraci

9.5.5.5 NRE02.2 – Vyzařované emise, elektrické pole 88 MHz až 18 GHz

9.5.5.5.1 Použití

Zkouška se používá pro zkoušené zařízení a propojovací svazky.

Energie vyzařovaná z antény není předmětem této zkoušky, ale je předmětem specifikovaných požadavků funkce. U zkoušeného zařízení, které se běžně připojuje k anténě, se musí tam, kde je to možné, místo antény použít stíněná zátěž a pak se musí použít meze určené pro tuto zkoušku. Meze na vysílaném kmitočtu se mohou zvolit jen se souhlasem akvizičního orgánu.

Podrobnější informace jsou uvedeny v článku 9.5.4.3.5.

9.5.5.5.2 Meze

Doporučené meze a kmitočtový rozsah zařízení výstroje / přenosného zařízení pro pozemní použití jsou uvedené na obrázku 502-14.

9.5.5.5.3 Zkušební postup

9.5.5.5.3.1 Účel

Účelem této zkoušky je potvrdit, že vyzařované elektrické pole nepřesahuje požadované mezní hodnoty a že provoz nejcitlivějších zařízení (komunikačních přijímačů) nebude narušen.

9.5.5.5.3.2 Zkušební zařízení

Zkušební zařízení musí být následující:

- a) měřicí přijímač,
- b) záznamové zařízení,
- c) antény:
 - 1) 88 MHz až 300 MHz – bikónická anténa, 1,37 m mezi vrcholy.
 - 2) 200 MHz až 1 GHz – trychtýřová anténa se dvěma hřbety.
- d) signálový generátor.

9.5.5.5.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Provést základní uspořádání zkoušeného zařízení podle obrázků 502-15, 502-16, 502-17 a 502-18, ale doporučuje se také zohlednit požadavky uvedené v článcích 9.4.9 a 9.4.13.
- b) Měření zkoušeného zařízení: Vyzařované emise se měří specifikovanými anténami pro každý provozní režim specifikovaný ve zkušebním plánu elektromagnetické interference (EMITP). V případě malých rozměrů zkoušeného zařízení se musí měřicí antény umístit naproti zkoušenému

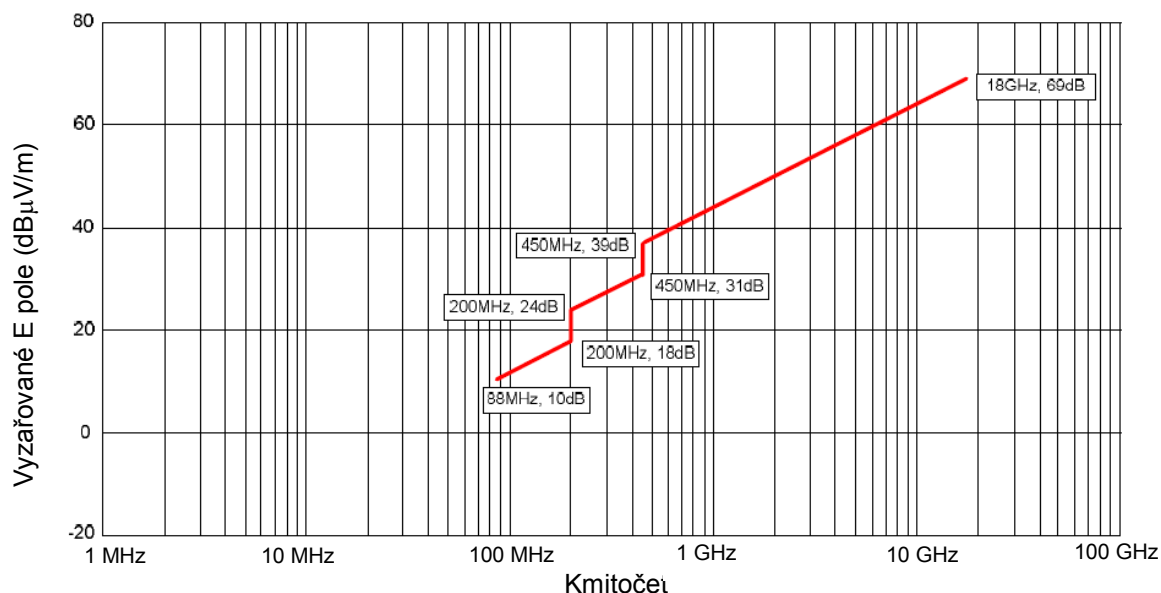
vzorku. Dále je třeba zohlednit požadavky uvedené v člancích 9.4.9, 9.4.21 a 9.4.26.

- c) Všechny antény se musí umístit ve vzdálenosti 1 m od nejbližšího povrchu zkoušeného zařízení.
- d) Bikónická anténa se musí umístit 1 m nad vodivou podlahu stíněné místnosti na nevodivý stojan.
- e) Pro zařízení výstroje se musí použít figurína a zařízení se musí umístit tak, jak bude umístěno na osobě, tak aby uspořádání co nejvíce odpovídalo skutečnosti. Figurína sama se umístí na podlahu stíněné místnosti. Přenosné zařízení se musí umístit na nevodivý stůl nad absorpční materiál.

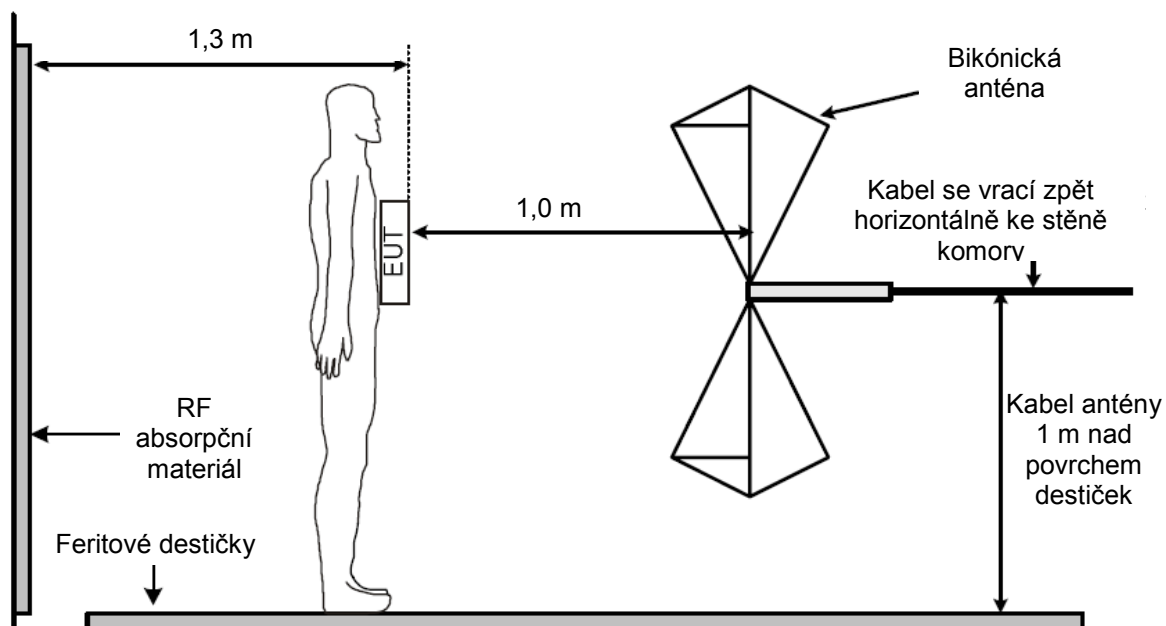
9.5.5.5.4 Prezentace výsledků

Prezentace výsledků musí být následující:

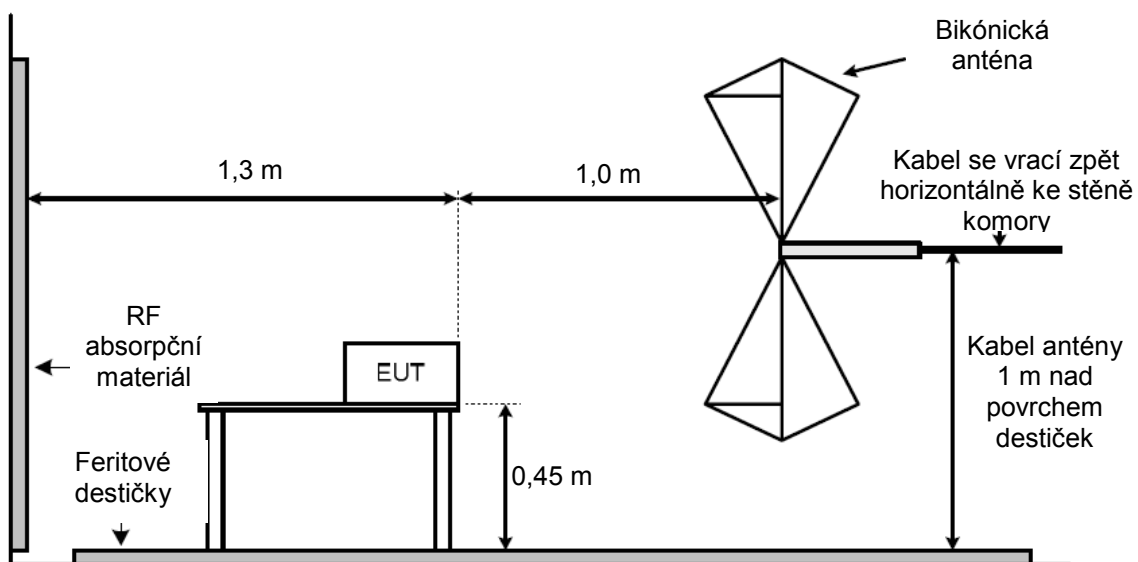
- a) Průběžný a automaticky vytvořený graf závislosti amplitudy na kmitočtu. Ručně získané údaje není možno použít s výjimkou kalibrace. Údaje pro vertikální a horizontální polarizaci antény je nutno uvést v samostatných grafech, nebo je nutno je zcela jednoznačně označit.
- b) V každém grafu je nutno vyznačit použité mezní hodnoty.
- c) Minimální rozlišení kmitočtu je 1 % nebo dvojnásobek použité rozlišovací šířky pásma měřicího přijímače. Minimální rozlišení úrovně musí být nejméně 1 dB.
- d) Uvést grafy pro měření i pro kalibraci.



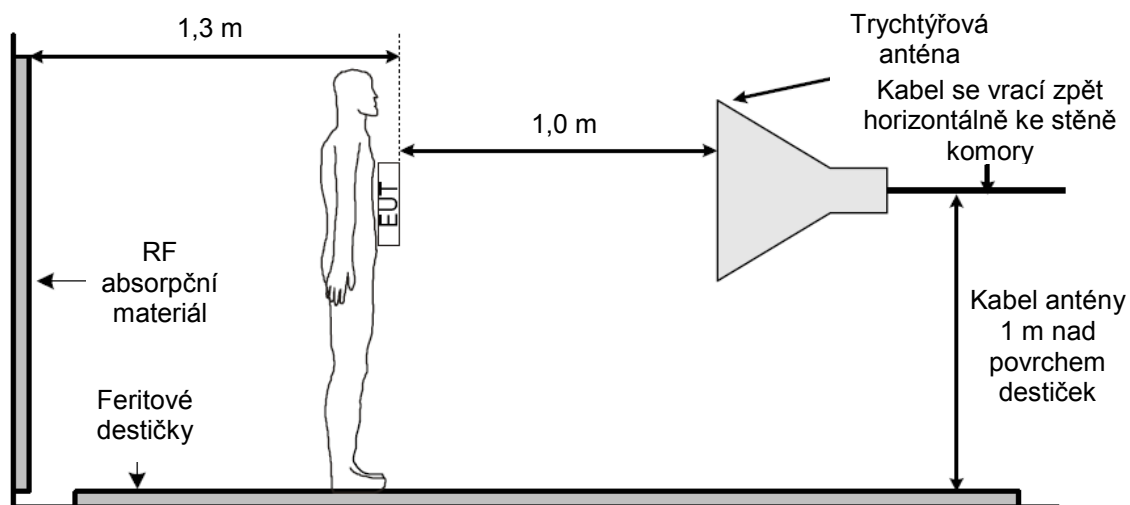
OBRÁZEK 502-14 – Meze zařízení výstroje / přenosná zařízení pro pozemní použití



OBRÁZEK 502-15 – Typické uspořádání zkoušky zařízení výstroje (88 MHz až 300 MHz)

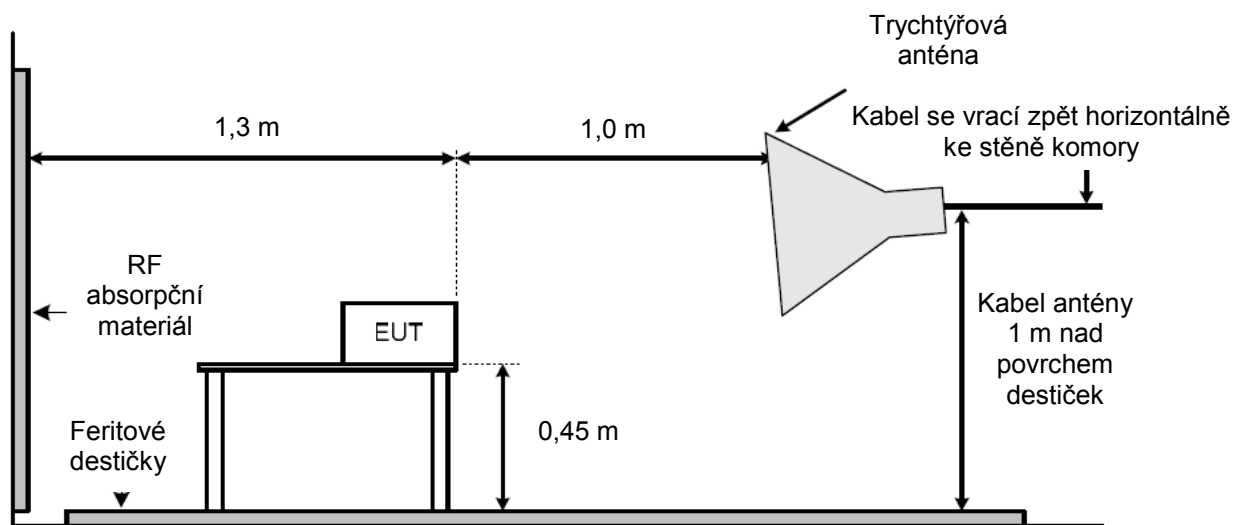


OBRÁZEK 502-16 – Typické uspořádání zkoušky přenosného zařízení (88 MHz až 300 MHz)



POZNÁMKA Anténa se musí naklonit v závislosti na umístění zkoušeného zařízení

OBRÁZEK 502-17 – Typické uspořádání při zkoušce zařízení výstroje (200 MHz až 18 GHz)



POZNÁMKA Anténa se musí naklonit v závislosti na umístění zkoušeného zařízení

OBRÁZEK 502-18 – Typické uspořádání při zkoušce přenosného zařízení (200 MHz až 18 GHz)

9.5.5.6 NRS01.2 – Susceptibilita na vyzařované emise, magnetické pole 500 Hz až 100 kHz

9.5.5.6.1 Použití

Požadavky jsou určeny pro všechna zařízení a kabely elektrických rozhraní. Požadavky nejsou určeny pro elektromagnetické vyzařování z antén. Pokud se zkoušené zařízení skládá z několika částí, které obsahují potenciálně citlivé prvky, musí se jednotlivé části zkoušet samostatně. Propojovací kabely nemusí být předmětem zkoušky.

Podrobnější informace jsou uvedeny v článku 9.5.4.3.6.

9.5.5.6.2 Meze

Pokud je zařízení výstroje / přenosné zařízení pro pozemní aplikace vystaveno magnetickému poli uvedenému na obrázku 502-19, nesmí vykazovat žádné chyby nebo zhoršení funkce a odchylky od specifikovaných parametrů nesmí překročit tolerance, uvedené v jednotlivých specifikacích zařízení nebo podsystémů.

9.5.5.6.3 Zkušební postup

9.5.5.6.3.1 Účel

Aby se dosáhlo odpovídající kompatibility mezi moderními spolupracujícími zařízeními, musí se jasně definovat úrovně emisí a susceptibility. Úrovně magnetického pole, které se vztahují k emisím i k susceptibilitě byly odvozeny od úrovní, které byly definovány v jiných částech tohoto dokumentu. Protože se jedná o reálné úrovně, musí se zařízení navrhnut tak, aby v takovém prostředí uspokojivě pracovalo. Může se ukázat, že v některých případech je splnění požadavků susceptibility nepraktické, protože vzdálenost těchto zařízení od potenciálních zdrojů rušení je dostatečná a jejich úrovně nedosahují zkušební úrovně. Zvětšení vzdálenosti mezi jednotlivými zařízeními je tedy realistické řešení problému kompatibility.

9.5.5.6.3.2 Zkušební zařízení

Zkušební zařízení musí být následující:

- a) zdroj signálu,
- b) vyzařovací smyčka s následujícími parametry:
 - 1) Průměr: 120 mm.
 - 2) Počet závitů: 20.
 - 3) Vodič: Izolovaný drát, průměr 2 mm.
 - 4) Hustota magnetická indukce: $9 \cdot 10^7$ pT/A použitého proudu ve vzdálenosti 50 mm od roviny smyčky.
- c) smyčková sonda s následujícími parametry:
 - 1) Průměr: 40 mm
 - 2) Počet závitů: 51

- 3) Vodič: 7-41 Litz vodič (lanko, 7 pramenů, průměr 0,07 mm)
 - 4) Stínění: Elektrostatické.
 - 5) Korekční faktor: Viz údaje výrobce, faktor převádí naměřené údaje na dB vztažené k 1 pT (dBpT).
- d) měřicí přijímač, nebo úzkopásmový voltmetr,
e) proudová sonda.

9.5.5.6.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Uspořádat zkoušené zařízení podle obrázku 502-1.
- b) Kalibrace: Uspořádat měřicí zařízení, vyzařovací smyčku a smyčkovou sondu podle obrázku 502-20.
- c) Měření zkoušeného zařízení: Uspořádat zkoušku podle obrázku 502-25 nebo 502-26.
- d) Doporučuje se použít informace uvedené v článku 9.4.13.

9.5.5.6.3.4 Postup

Zkušební postup musí být následující:

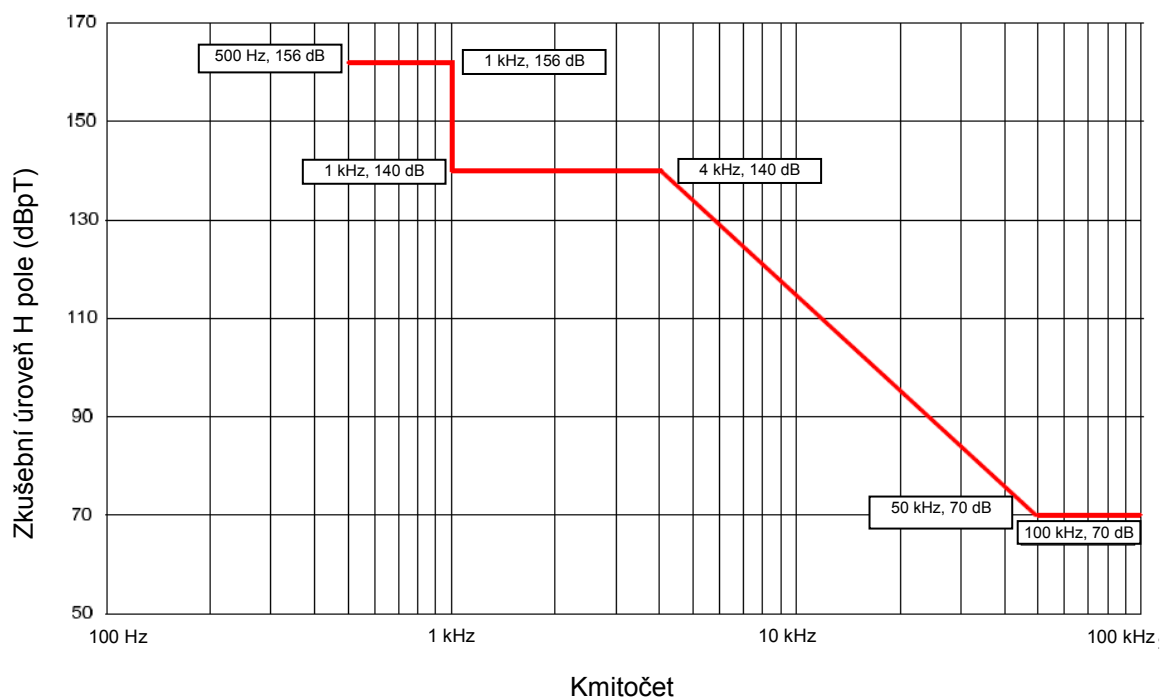
- a) Zapnout měřicí zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Kalibrace magnetického pole:
 - 1) Nastavit zdroj signálu na kmitočet 1 kHz a jeho úroveň nastavit tak, aby byla úroveň hustoty magnetického toku 110 dBpT, měřeno na měřicím přijímači A prostřednictvím vztahu uvedeného v kroku b) 4) článku 9.5.5.6.3.2.
 - 2) Pomocí měřicího přijímače B změřit napětí na výstupu smyčkové sondy.
 - 3) Ověřit, že výstupní hodnota na měřicím přijímači B je v pásmu ± 3 dB od očekávané hodnoty s použitím anténního faktoru a naměřenou hodnotu zaznamenat.
 - 4) Je třeba akceptovat požadavky uvedené v článcích 9.4.9, 9.4.21 a 9.4.26.
POZNÁMKA Pokud izolační podložka 50 mm zasahuje do oblastí vyzařovací smyčky, může být nutné provést kalibraci s přijímací smyčkou na opačné straně než je podložka, takže se získá správná oddělovací vzdálenost.
- c) Měření zkoušeného zařízení
 - 1) Zapnout zkoušené zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
 - 2) Následujícím postupem zvolit zkušební kmitočty:

- (a) Umístit smyčkovou sondu 50 mm od povrchu zkoušeného zařízení nebo zkoušeného konektoru elektrického rozhraní. Rovinu sondy orientovat paralelně k povrchu zkoušeného zařízení nebo ose konektorů.
 - (b) Přivést do vyzařovací smyčky odpovídající proud, aby se vytvořila intenzita magnetického pole nejméně o 10 dB vyšší než je požadovaná mez, ale aby nebyla překročena úroveň 15 A (183 dBpT).
 - (c) Skenovat použité kmitočtové pásmo. Rychlost skenování může být maximálně 3× rychlejší než rychlost specifikovaná v tabulce 501-5.
 - (d) Pokud se zaznamená susceptibilita, zvolit nejméně tři kmitočty v oktávě, kde byla zaznamenána nejvyšší susceptibilita.
 - (e) Přesouvat smyčku tak, aby byla ověřena každá plocha o velikosti 300 mm × 300 mm na každé straně zkoušeného zařízení a každý konektor a opakovat výše uvedené kroky (c) a (d) pro určení kmitočtu, při kterém byla zjištěna susceptibilita.
 - (f) Ze všech údajů o kmitočtech, při kterých byla zjištěna susceptibilita ve výše uvedených krocích (c) až (e), zvolit pro každou oktávu 3 kmitočty v použitém kmitočtovém rozsahu.
- 3) Pro každý kmitočet určený ve výše uvedeném kroku (f) použít takový proud vyzařovací smyčky, který odpovídá požadované mezní hodnotě. Přesouvat smyčku ve vzdálenosti 50 mm od povrchu zkoušeného zařízení nebo konektoru tak, aby se zjistila možná susceptibilní místa s přihlédnutím k poznatkům zjištěným ve výše uvedeném kroku (e).
- POZNÁMKA Tam, kde je rozměr zkoušeného zařízení menší než 50 mm, není nutno provádět zkoušku na protější straně. Pokud jsou rozměry zařízení výstroje větší než 50 mm, musí se zkouška provádět na zkušebním stole.

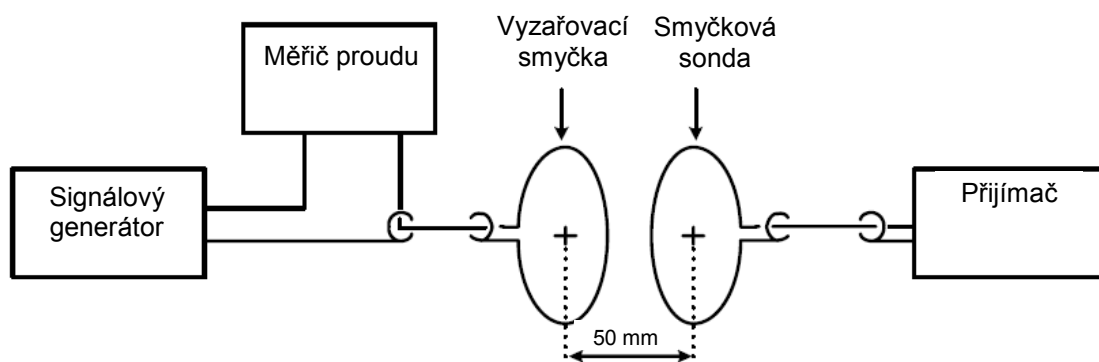
9.5.5.6.4 Presentace výsledků

Presentace výsledků musí být následující:

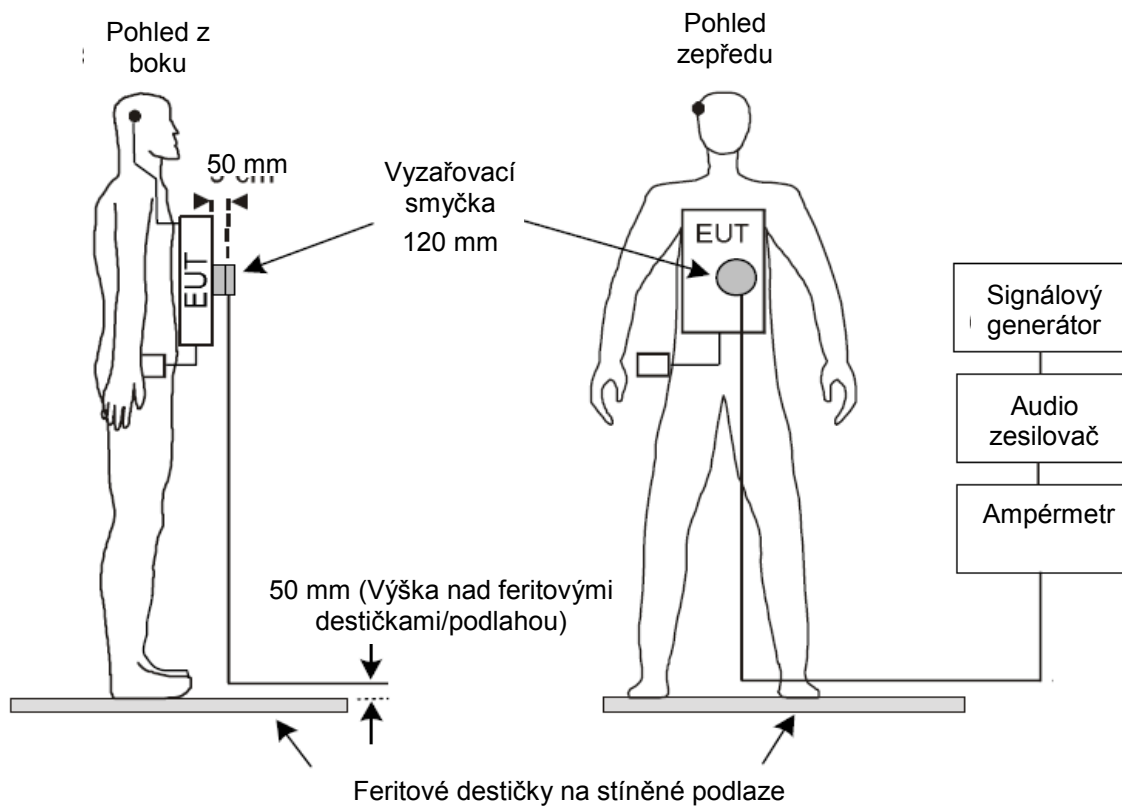
- a) Uvést tabulku údajů získaných při kalibraci vyzařovací smyčky v kroku c) 2) (e) článku 9.5.5.6.3.4.
- b) Uvést tabulky, grafy nebo fotografie ukazující použité kmitočty zkoušky a místa zjištěné v krocích c) 2) (e) až c) 2) (f) článku 9.5.5.6.3.4.
- c) Uvést grafy nebo tabulky ukazující kmitočty a prahové úrovně susceptibility.



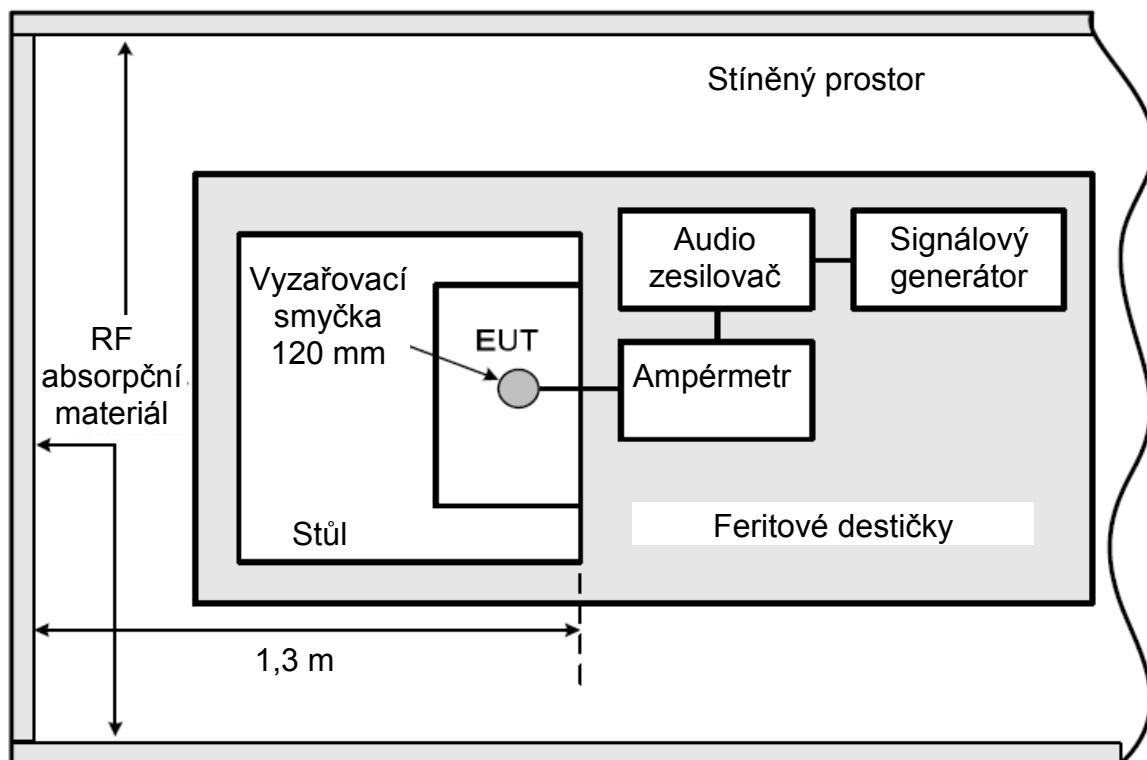
OBRÁZEK 502-19 – Meze zařízení výstroje / přenosná zařízení pro pozemní použití



OBRÁZEK 502-20 – Typické uspořádání při kalibraci vyzařování magnetického pole



OBRÁZEK 502-21 – Typické uspořádání při zkoušce zařízení výstroje



OBRÁZEK 502-22 – Typické uspořádání při zkoušce přenosného zařízení

9.5.5.7 NRS02.2 – Susceptibilita na vyzařované emise, elektrické pole 50 kHz až 18 GHz

9.5.5.7.1 Použití

Požadavky je možno použít pro všechna zkoušená zařízení a propojovací kabely.

Podrobnější informace jsou uvedeny v článku 9.5.4.3.7.

9.5.5.7.2 Meze

Pokud je zařízení výstroje / přenosné zařízení pro pozemní aplikace vystaveno elektrickému poli s odpovídající modulací uvedenému na obrázku 502-23, nesmí vykazovat žádné chyby nebo zhoršení funkce a odchylky od specifikovaných parametrů nesmí překročit tolerance, uvedené v jednotlivých specifikacích zařízení nebo podsystémů. Do kmitočtu 30 MHz se zkouška provádí s vertikálně polarizovaným polem. Pro kmitočty vyšší než 30 MHz se vyžadují zkoušky s vertikální i horizontální polarizací. Kruhová polarizace se nesmí při zkoušce použít.

9.5.5.7.3 Zkušební postup

9.5.5.7.3.1 Účel

Účelem této zkoušky je potvrdit, že zkoušené zařízení bude pracovat bez chyb v prostředí s vysokými úrovněmi RF polí ze zdrojů vysílání.

9.5.5.7.3.2 Zkušební zařízení

Zkušební zařízení musí být následující:

- a) signálové generátory,
- b) výkonové zesilovače,
- c) přijímací antény,
- d) vysílací antény,
- e) sondy elektrického pole (fyzicky malé – elektricky krátké),
- f) měřicí přijímač,
- g) měřič výkonu,
- h) směrový člen,
- i) útlumový člen,
- j) zařízení pro záznam údajů.

9.5.5.7.3.3 Provedení

Provedení zkoušky musí být následující:

- a) Uspořádat zkoušené zařízení podle obrázku 502-1. Další požadavky jsou uvedeny v článku 9.4.13.
- b) Pro kalibraci elektrického pole jsou nutné sondy elektrického pole.
- c) Kalibrace: Umístění sond elektrického pole. Uspořádat sondy 1 m od vysílací antény v přímém směru podle obrázků 502-24 až 502-29.
- d) Měření zkoušeného zařízení: Umístění vysílacích antén. Vysílací antény se musí umístit 1 m od hranice zkoušené sestavy následovně:
 - 1) Umístit anténu(y) do středu hranic zkušební sestavy. Hranice obsahují všechny kryty zkoušeného zařízení a propojovací kabely.
 - 2) Umístit sondy elektrického pole.

9.5.5.7.3.4 Postup

Zkušební postup musí být následující:

- a) Zapnout měřicí zařízení a vyčkat odpovídající dobu pro ustálení parametrů.
- b) Určit oblast pro potenciální nebezpečí úrazu elektrickým proudem a provést potřebná opatření.
- c) Kalibrace: Zaznamenat amplitudy elektrického pole zaznamenané sondou elektrického pole v okolí zkoušeného zařízení. Sondu přemísťovat podle potřeby tak, až bude tato úroveň <10 % intenzity pole, která se bude používat při zkoušce
- d) Měření zkoušeného zařízení
 - 1) Nastavit na zdroji signálu impulzní modulaci s kmitočtem 1 kHz a střídou 50 % a použít odpovídající zesilovač a vysílací anténu pro nastavení úrovně počátečního zkušební kmitočtu. Postupně

zvyšovat úroveň elektrického pole, dokud se nedosáhne požadované mezní úrovně.

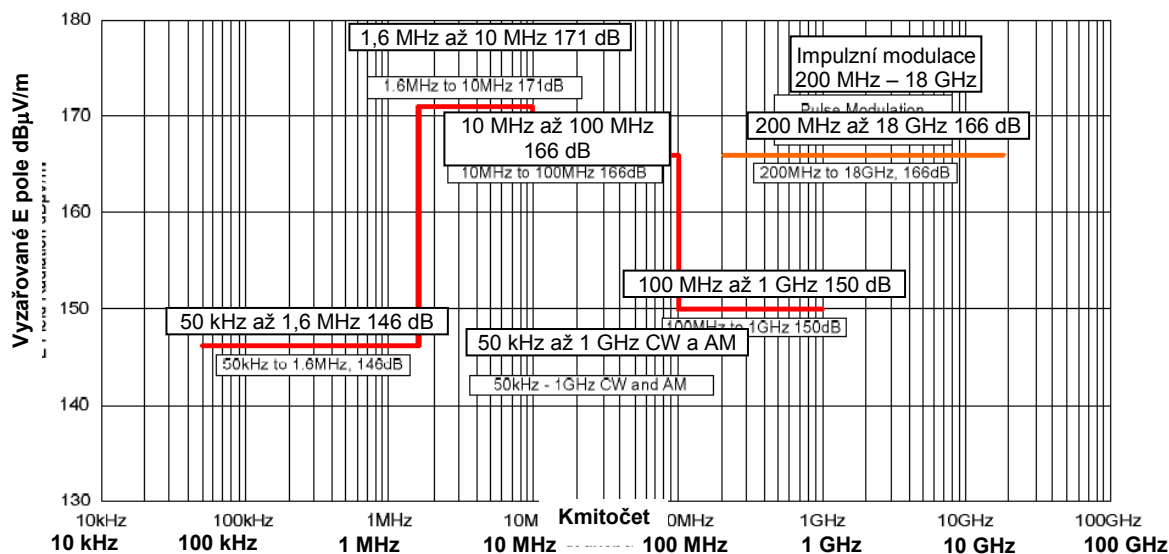
- 2) Skenovat požadovaný kmitočtový rozsah rychlostí a s dobou setrvání uvedenou v tabulce 501-5. Úroveň intenzity pole udržovat ve shodě s použitými mezemi. Sledovat provoz zařízení, zda se nevyskytují příznaky susceptibility.
- 3) Pokud se vyskytnou příznaky susceptibility, určit práh susceptibility postupem uvedeným v článku 9.4.25 a ověřit, že je tento práh nad požadovanou mezí.
- 4) Provést zkoušku v celém požadovaném kmitočtovém rozsahu s vertikálně polarizovanou anténou. V kmitočtovém rozsahu nad 30 MHz provést zkoušku i s horizontálně polarizovanou anténou.

POZNÁMKA V některých členských státech NATO se při zkoušce požadují i další typy modulace, pro některé nebo všechny kmitočtové zkušební rozsahy. V případě požadavku jiných typů modulace, jako je např. impulzní modulace se šířkou impulzu 1 μ s a opakovacím kmitočtem 1 kHz pro zjištění vlivu okolních radiolokátorových systémů, je třeba konzultovat s akvizičním orgánem.

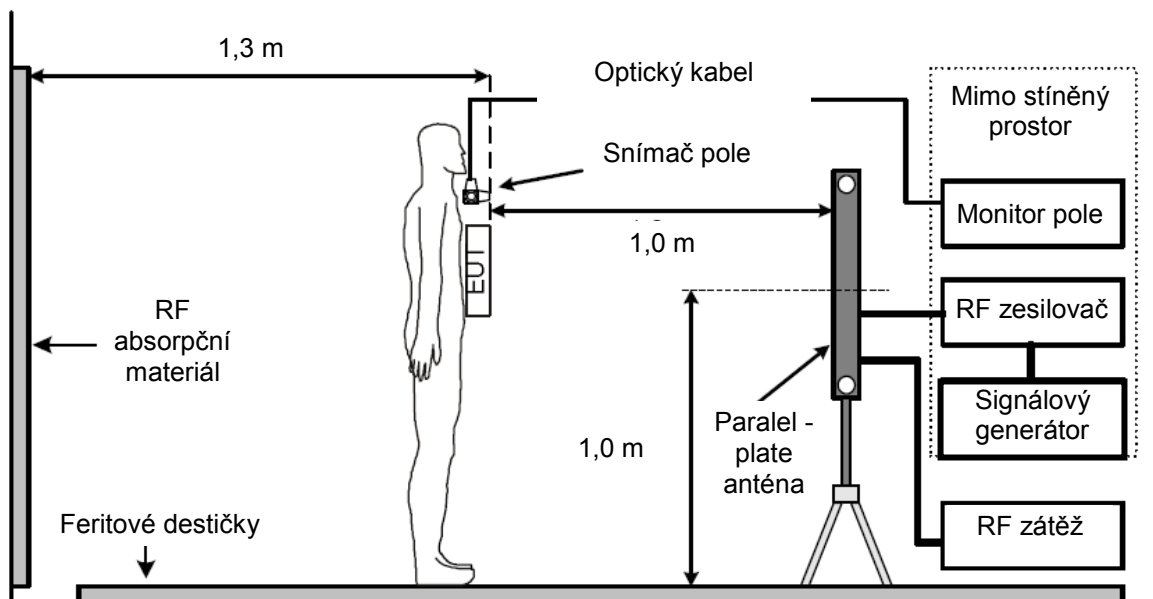
9.5.5.7.4 Prezentace výsledků

Prezentace výsledků musí být následující:

- a) Uvést graf nebo tabulku, které obsahují kmitočtové rozsahy a zkušební úroveň intenzity pole.
- b) Uvést korekční faktory, nutné pro převod údajů naměřených snímačem na ekvivalentní vrcholové hodnoty modulovaných průběhů.
- c) Uvést grafy nebo tabulky prahových hodnot susceptibility, které byly při zkoušce určeny, včetně příslušných kmitočtů.
- d) Uvést náskres nebo fotografie skutečného uspořádání zařízení při zkoušce a jeho rozměry.

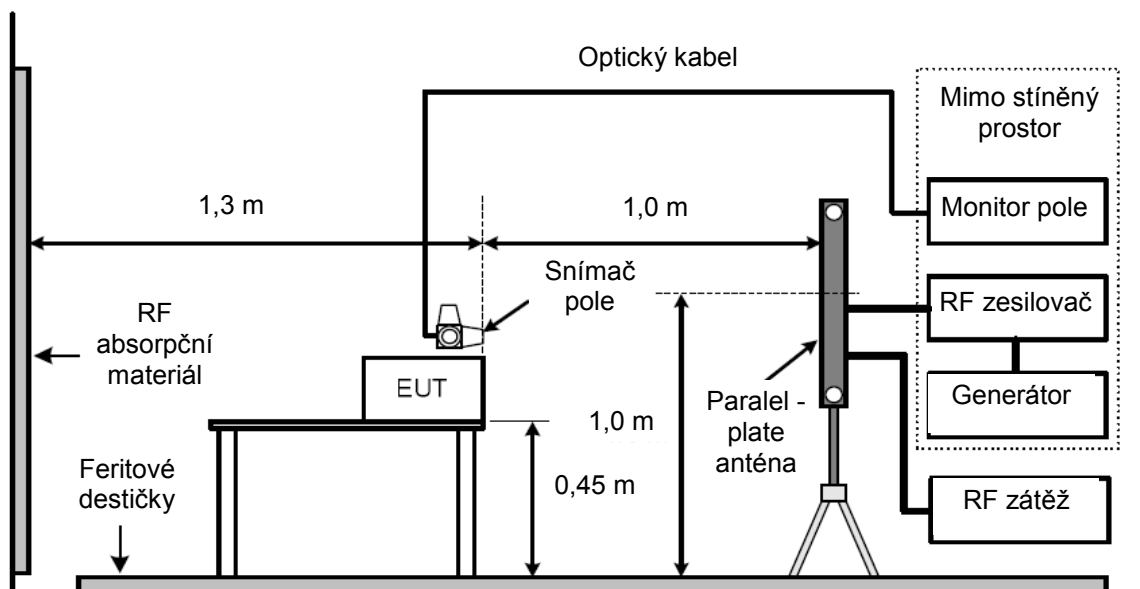


OBRÁZEK 502-23 – Meze pro výstroj / přenosné pozemní zařízení



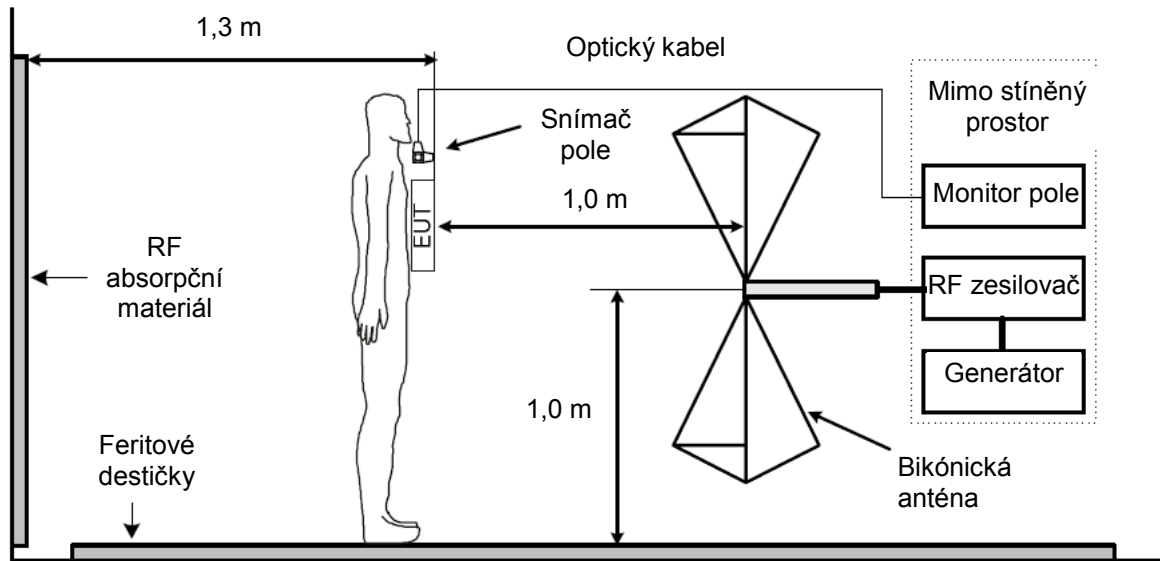
POZNÁMKA Snímač pole se musí umístit 50 mm od EUT

**OBRÁZEK 502-24 – Typické uspořádání při zkoušce výstroje
(50 kHz až 30 MHz)**



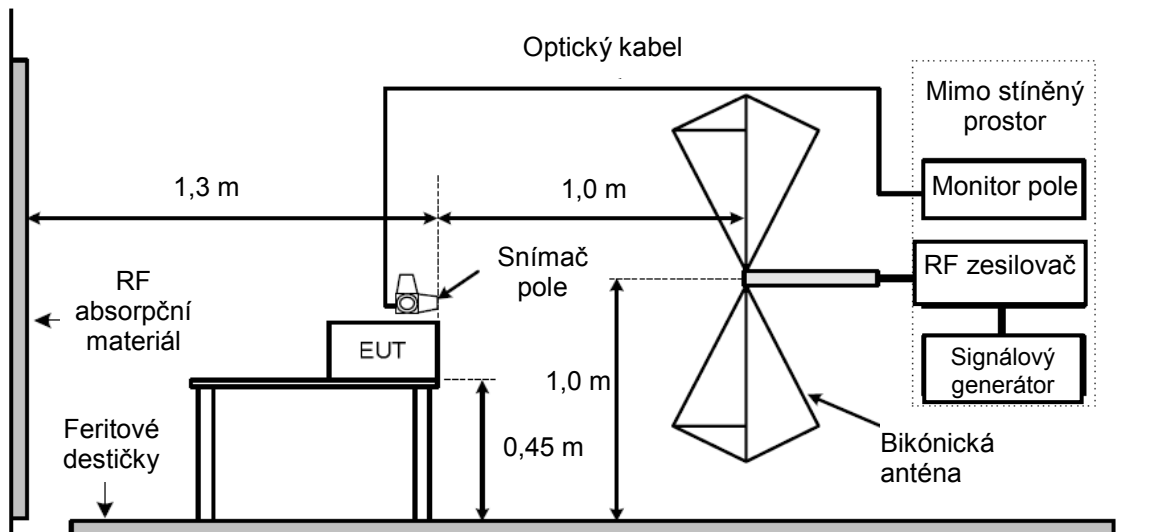
POZNÁMKA Snímač pole se musí umístit 50 mm od EUT

**OBRÁZEK 502-25 – Typické uspořádání při zkoušce přenosného zařízení
(50 kHz až 30 MHz)**



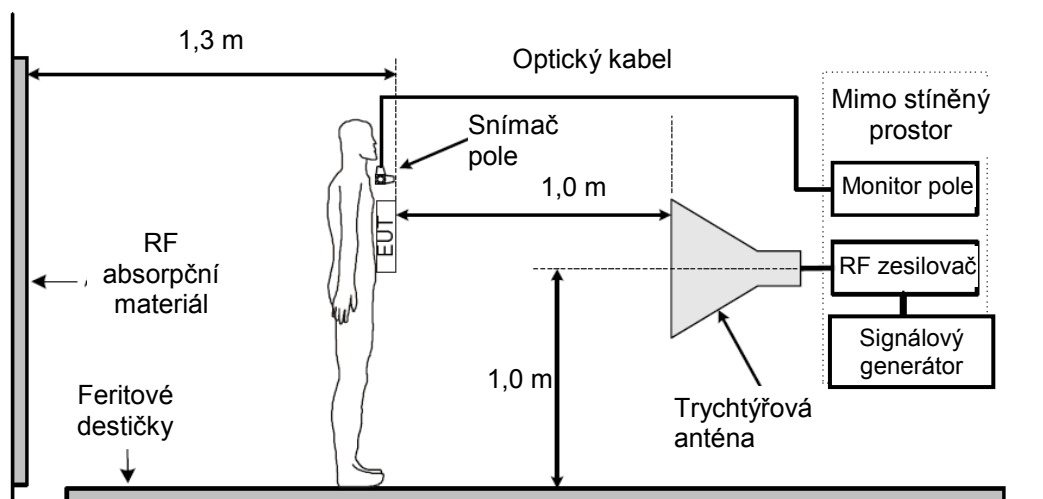
POZNÁMKA Snímač pole se musí umístit 50 mm od

**OBRÁZEK 502-26 – Typické uspořádání při zkoušce výstroje
 (30 MHz až 300 MHz)**



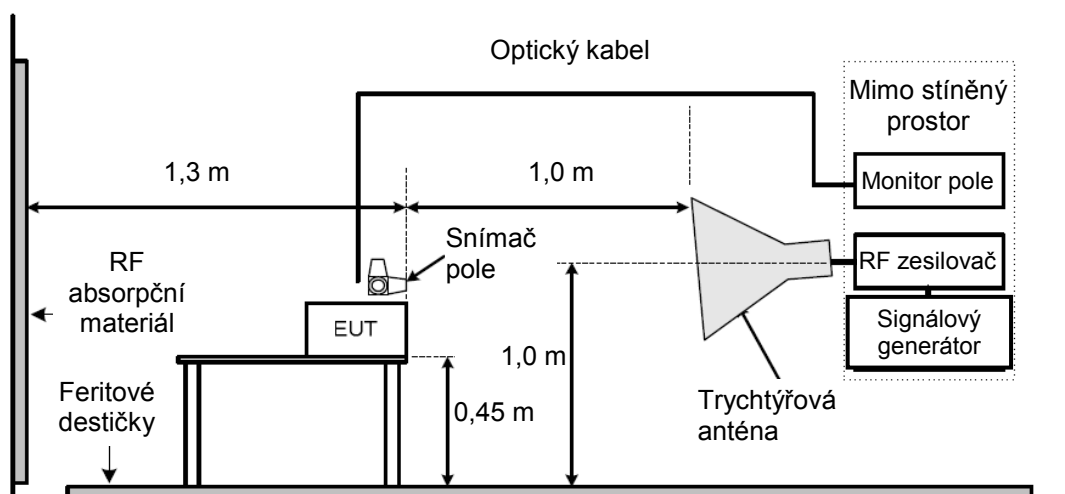
POZNÁMKA Snímač pole se musí umístit 50 mm od EUT

**OBRÁZEK 502-27 – Typické uspořádání při zkoušce přenosného zařízení
 (30 MHz až 300 MHz)**



POZNÁMKA Snímač pole se musí umístit 50 mm od EUT a anténa se musí naklonit podle umístění EUT

OBRÁZEK 502-28 – Typické uspořádání při zkoušce výstroje (200 MHz až 18 GHz)



POZNÁMKA Snímač pole se musí umístit 50 mm od EUT a anténa se musí naklonit podle umístění EUT

OBRÁZEK 502-29 – Typické uspořádání při zkoušce přenosného zařízení (200 MHz až 18 GHz)

10 KATEGORIE 503 – ZKUŠEBNÍ POSTUPY PRO POZEMNÍ POMOČNÁ ZAŘÍZENÍ

10.1 Související dokumenty

ČSN EN 61000-6-4 ED 2	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 6-4: Kmenové normy – Emise – Průmyslové prostředí
ČSN EN 61000-6-2 ED 3	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Část 6-2: Kmenové normy – Odolnost pro průmyslové prostředí
ČSN EN 61000-3-2 ED 4	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 3-2: Meze - Meze pro emise proudu harmonických (zařízení se vstupním fázovým proudem ≤ 16 A
ČSN EN 61000-3-3 ED 3	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 3-3: Meze – Omezování změn napětí, kolísání napětí a flikru v rozvodných sítích nízkého napětí pro zařízení se jmenovitým fázovým proudem ≤ 16 A, které není předmětem podmíněného připojení
ČSN EN 61000-4-2 ED 2	Susceptibilita na vedené emise, elektrostatický výboj

10.2 Zkratky

V této části se používají následující zkratky:

Zkratka	Název v originále	Český název
AGSE	Aerospace Ground Support Equipment	pozemní zařízení leteckého provozu
COTS	Commercial Off The Shelf	komerční zařízení
EMC	Electromagnetic Compatibility	elektromagnetická kompatibilita
GPSE	General Purpose Support Equipment	Pomocná zařízení pro všeobecné použití
HAS	Hardened Aircraft Shelter	zodolněný úkryt letadla
OJEC	Official Journal of the European Union	Úřední věstník Evropské Unie

10.3 Cíl

Hlavním cílem této kategorie je zlepšit mezinárodní spolupráci a sjednocení mezi spolupracujícími národy, v oblasti regulace elektromagnetického rušení (charakteristiky emisí i susceptibilita) pozemních pomocných zařízení pro všechny tři složky (leteckou, pozemní i námořní).

Tento dokument stanovuje minimální zkušební metody, které je možno použít při hodnocení elektromagnetické kompatibility (EMC) pozemních pomocných zařízení.

10.4 Použitelnost a požadavky

Všechny armádní složky musí mít požadavky na nákup pomocného zařízení pro použití v oblastech, kde přísné požadavky na opatření pro regulaci EMC (které ovlivňují cenu), popisované v částech „Kategorie 501“ a „Kategorie 502“, nejsou nutné.

V některých případech se musí pomocná zařízení zkoušet pomocí zkušebních metod uvedených v částech „Kategorie 501“ a „Kategorie 502“. V jiných případech je vhodné použít aktuální normativní požadavky, např. evropské EMC normy nebo normy ISO, ale je třeba vzít v úvahu blízkost vojenských vysílačů.

Volba normy bude záviset na prostředí, ve kterém bude pomocné zařízení pracovat. Pomocná zařízení jsou rozdělena níže a v tabulkách článku 10.5.5.

10.5 Zkoušky

10.5.1 Kategorie leteckých pozemních pomocných zařízení (AGSE)

EMC požadavky pro AGSE jsou definovány pro tři kategorie zařízení podle důležitosti.

10.5.1.1 Kategorie E1

Toto je případ, kdy se letadlo napájí a AGSE je kategorizováno jako důležité z hlediska bezpečnosti / splnění bojového úkolu nebo je přímo spojené s letadlem. Do této skupiny patří každé AGSE, které splňuje jedno z následujících kritérií.

- a) Nesprávný provoz AGSE může mít za následek nebezpečnou situaci, která může narušit bezpečnost letadla.
- b) Nesprávný provoz AGSE může mít za následek situaci, která může způsobit nesplnění nebo jen částečné splnění bojového úkolu, počínaje spuštěním motorů nebo jejich výpadkem při letu.
- c) AGSE provádí funkce důležité z hlediska bezpečnosti letu pomocí přímého rozhraní.
- d) AGSE testuje funkce důležité z hlediska bezpečnosti nebo splnění bojového úkolu letadla.
- e) AGSE je elektricky spojeno s letadlem.

10.5.1.2 Kategorie E2

Toto je případ, kdy AGSE není přímo elektricky spojeno s letadlem, ale používá se v těsné blízkosti a je kategorizováno jako nedůležité z hlediska bezpečnosti a splnění bojového úkolu. Do této skupiny patří každé AGSE, které splňuje jedno z následujících kritérií.

- a) AGSE může pracovat v těsné blízkosti letadla, např. na letištní ploše, ale není přímo spojeno s letadlem.
- b) Zařízení může pracovat v zodolněném krytu letadla (HAS).
POZNÁMKA Pokud je AGSE přímo spojeno s letadlem, pak se musí použít kategorie E1.

10.5.1.3 Kategorie E3

Toto je případ, kdy se AGSE používá mimo letadlo a mimo letištní plochu (při údržbě). Do této skupiny patří každé AGSE zařízení, které nepatří do kategorie E1 a E2.

10.5.1.4 Pomocná zařízení pozemních složek

Požadavky pro pozemní (armádní) zařízení jsou běžně dominantní z důvodů ochrany citlivosti přijímacích částí komunikačních radiostanic proti neúmyslnému rušení v pracovním pásmu z blízkého okolí nebo zdrojů zařízení. V mnoha operačních scénářích jsou tyto radiostanice umístěny jako součást výstroje nebo v bojových vozidlech ve velkém počtu. Také v bitevním prostoru jsou často tyto vysílače/přijímače nejsilnějšími zdroji elektromagnetického pole, které ozařuje potenciálně citlivá zařízení. Fyzické oddělení antén a vlastních zařízení je tedy důležitým činitelem, který má vliv na nežádoucí vazební mechanizmy a podle mezí se klasifikuje v jednotkách vzdálenosti.

Požadavky na pomocná zařízení používaná v operačním prostoru (1. a 2. sled podpory) se určují podle klasifikace pro pozemní vojsko:

- a) **Třída A:** Pro zařízení, která pracují od nejbližší RF antény ve vzdálenosti menší než 2 m a není žádná možnost zvětšení vzdálenosti, platí nejpřísnější meze.
- b) **Třída B:** Použitelná pro zařízení, která pracují ve vzdálenosti 2 m až 15 m od nejbližší antény. Tato kategorie je vhodná pro zařízení, která mohou být umístěna v blízkosti antény, ale je jednoduše proveditelný jeho přesun, např. vozidlo, které není vybaveno rádiovou komunikací, ale může se dostat do blízkosti jiného vozidla, které je vysílačem vybaveno.
- c) **Třída C:** Použitelná pro zařízení, která pracují ve vzdálenosti 15 m až 100 m od nejbližší antény.
- d) **Třída D:** Použitelná pro zařízení, která pracují ve vzdálenosti větší než 100 m od nejbližší antény. Tato klasifikace obsahuje:
 - 1) Zařízení, která by normálně patřila do třídy B nebo C, ale jsou elektromagneticky stíněná tak, že odpovídají zařízením, která jsou vzdálena nejméně 100 m od nejbližší antény.
 - 2) Komerční zařízení, která nejsou určena pro provoz v operačním prostoru, a vyhovují aktuálním požadavkům norem EMC (například českým normám EMC) mohou být, se souhlasem projektanta, vyjmuta z dalších zkoušek.
- e) Pomocná zařízení, která se používají v údržbářských a opravárenských dílnách (3. sled podpory) spadají do dvou podkategorií definovaných jako:
 - 1) Opravárenská zařízení a dílny.
 - 2) Chráněné instalace.

10.5.2 Pomocná zařízení pro námořnictvo

Požadavky pro zařízení se definují podle umístění.

- a) Pomocná zařízení umístěná na palubě.

- 1) Pomocné zařízení se klasifikuje pro umístění na palubě když:
 - (1) Je určeno pro umístění na nejvyšší palubě lodě.
 - (2) Je určeno pro umístění v kabinách nekovových lodí (s výjimkou zařízení umístěných ve speciálně stíněných prostorách takových lodí).
 - (3) Je určeno pro umístění v prostorách nebo kabinách jako jsou lodní můstky a hangáry, které mají vstupní otvory na nejvyšší palubě, a není dostatečně stíněné proti elektromagnetickému poli strukturou lodě.
 - (4) Je určeno pro umístění mezi trupem a venkovním krytem ponorky nebo na palubě při vynoření a plavbě na hladině.
- b) Pomocná zařízení umístěná v podpalubí.
 - 1) Pomocné zařízení se klasifikuje pro umístění v podpalubí když:
 - (1) Se používá v prostoru, který je obklopen kovovou strukturou, která poskytuje významný útlum elektromagnetického záření.
 - (2) Je umístěno uvnitř trupu ponorky.
- c) V podpalubí, s výjimkou následujících kabin se výjimečně vyskytuje intenzita elektrického pole vyšší než 3 V/m s výjimkou zařízení, která jsou umístěna ve vzdálenosti menší než 1 m od pracujících obloukových svářeček, mobilních vysílaček a elektrických generátorů:
 - 1) Kabina bezdrátové telegrafie.
 - 2) Provozní kabina.
 - 3) Kabina s počítači.
 - 4) Můstek / řídicí pracoviště.
 - 5) Sonarová kabina a navigační kabina radiolokátoru.
 - 6) Strojovna.
 - 7) Kormidelna.
 - 8) Ovládací kabina strojovny.
- d) Pomocná pozemní zařízení námořní služby.

Pomocná zařízení se dělí do následujících podkategorií:

 - 1) Doky pro lodě:
 - (a) Postranní – vysílače a radiolokátory mohou potenciálně pracovat; hlavní systémy v provozu.
 - (b) Obklopující – vysílače a radiolokátory vypnuté; všechny hlavní systémy bez napájení.
 - 2) Zkušební a integrovaná zařízení.
 - 3) Údržbářské dílny a opravárenská zařízení.

10.5.3 Pomocná zařízení pro všeobecné použití (GSPE)

Pomocná zařízení pro všeobecné použití (GPSE) jsou zařízení, která se mohou používat ve všech třech armádních složkách. GPSE obsahuje COTS a speciální zařízení. Požadavky EMC se používají s ohledem na výše uvedené kategorie. Pokud se používají ve třetí úrovni podpory, nebo ve spojení s odpovídající dodatečnou ochranou, je možno akceptovat shodu s evropskými harmonizovanými normami EMC.

10.5.4 Typy pomocných pozemních zařízení letectva (AGSE)

10.5.4.1 Typ AGSE I

AGSE, která obsahují aktivní elektronické součástky, tj. nelineární prvky jako jsou tranzistory, integrované obvody atd.

10.5.4.2 Typ AGSE II

AGSE, která obsahují motory, generátory, relé, cívky, transformátory a elektromechanické voliče atd. a neobsahují aktivní elektronické součástky.

10.5.5 Volba mezí

Následující meze se používají pro kategorie pomocných zařízení uvedených v článcích 10.5.5.1, 10.5.1.4.

10.5.5.1 Letectvo

10.5.5.1.1 AGSE kategorie I

Tabulka 503-1 definuje minimální zkušební požadavky, použitelné pro AGSE kategorie E1, určená pro použití ve spojení s letadlem na zemi.

TABULKA 503-1 – AGSE Kategorie E1 použitá pro letadla

Zkušební metoda	Typ AGSE		Popis	Poznámka
	I	II		
NCE01	A ¹⁾	A ¹⁾	Vedené emise, napájecí kabely, 30 Hz až 10 kHz	Nepoužitelné pro AGSE s vlastním napájením
NCE02	A ¹⁾	A ¹⁾	Vedené emise, napájecí vodiče, 10 kHz až 10 MHz	Nepoužitelné pro AGSE s vlastním napájením
NCE04	A	A	Vedené emise, přenášené přechodové produkty na napájecích vodičích	Nepoužitelné pro AGSE s vlastním napájením
NCE05	A	A	Vedené emise, napájecí, signálové a řídicí vodiče, 30 Hz až 100 MHz	
NCS01	A ¹⁾	N	Susceptibilita na vedené emise, napájecí vodiče, 30 Hz - 150 kHz	Nepoužitelné pro AGSE s vlastním napájením
NCS07	A	N	Susceptibilita na vedené emise, injektáž	

Zkušební metoda	Typ AGSE		Popis	Poznámka
	I	II		
			do kabelového svazku, 10 kHz až 200 MHz, napájecí, řídicí a signálové kabely	
NCS08	A	N	Susceptibilita na vedené emise, injektáž do kabelového svazku, impulzní buzení	
NCS09	A ²⁾	A ²⁾	Susceptibilita na vedené emise, tlumená sinusovka, napájecí, řídicí a signálové kabely a napájecí vodiče, 10 kHz až 100 MHz	
NCS12	A	N	Susceptibilita na vedené emise, elektrostatický výboj	Alternativní norma ČSN EN 61000-4-2
NRE02	A	A	Vyzařované emise, elektrické pole, 2 MHz až 18 GHz	
NRS01	A	A	Susceptibilita na vyzařované emise, magnetické pole, 30 Hz až 100 kHz	
NRS02	A ³⁾	N	Susceptibilita na vyzařované emise, elektrické pole, 30 MHz až 40 GHz	Může být použito alternativní měření v odrazové komoře
Civilní zkoušky napájecích vodičů	A ⁴⁾	A ⁴⁾	Vedené emise a susceptibilita	
<p>1) Nepoužitelné pro AGSE napájené z veřejné napájecí distribuční sítě.</p> <p>2) Omezené použití: Požadavky injektáže do napájecích vodičů nejsou použitelné pro AGSE s vlastním napájením nebo AGSE napájené z veřejné napájecí distribuční sítě.</p> <p>3) Pro kmitočty vyšší než 1 GHz se musí navíc použít impulzní modulace se šířkou impulzu 30 μs a opakovacím kmitočtem 1 kHz.</p> <p>4) Použitelné pro AGSE napájené z veřejné distribuční sítě. AGSE musí vyhovovat zkušebním požadavkům harmonizovaných norem definovaných v příloze A této kategorie.</p>				

Tabulka 503-2 definuje minimální zkušební požadavky použitelné pro kategorii E1 AGSE určené pro použití mimo letadlo, na letištní ploše.

TABULKA 503-2 – AGSE Kategorie E1 použitá mimo letadla na letištní ploše

Zkušební metoda	Typ AGSE		Popis	Poznámka
	I	II		
NCE01	A ¹⁾	A ¹⁾	Vedené emise, napájecí kabely, 30 Hz až 10 kHz	Nepoužitelné pro AGSE s vlastním napájením
NCE02	A ¹⁾	A ¹⁾	Vedené emise, napájecí vodiče, 10 kHz až 10 MHz	Nepoužitelné pro AGSE s vlastním napájením
NCE04	A	A	Vedené emise, přenášené přechodové	Nepoužitelné pro

Zkušební metoda	Typ AGSE		Popis	Poznámka
	I	II		
			produkty na napájecích vodičích	AGSE s vlastním napájením
NCE05	A	A	Vedené emise, napájecí, signálové a řídicí vodiče, 30 Hz až 100 MHz	
NCS01	A ¹⁾	N	Susceptibilita na vedené emise, napájecí vodiče, 30 Hz až 150 kHz	Nepoužitelné pro AGSE s vlastním napájením
NCS07	A	N	Susceptibilita na vedené emise, injektáž do kabelového svazku, 10 kHz až 200 MHz, napájecí, řídicí a signálové kabely	
NCS09	A ²⁾	A ²⁾	Susceptibilita na vedené emise, tlumená sinusovka, napájecí, řídicí a signálové kabely a napájecí vodiče, 10 kHz až 100 MHz	
NCS12	A	N	NCS12	Alternativní norma IEC 61000-4-2
NRE02	A	A	NRE02	
NRS01	A	A	NRS01	
NRS02	A ³⁾	N	NRS02	Může být použito alternativní měření v odrazové komoře
Civilní zkoušky napájecích vodičů	A ⁴⁾	A ⁴⁾	Vedené emise a susceptibilita	

1) Nepoužitelné pro AGSE napájené z veřejné napájecí distribuční sítě.

2) Omezené použití: Požadavky injektáže do napájecích vodičů nejsou použitelné pro AGSE s vlastním napájením nebo AGSE napájené s veřejné napájecí distribuční sítě.

3) Pro kmitočty vyšší než 1 GHz se musí navíc použít impulzní modulace se šířkou impulsu 30 μ s a opakovacím kmitočtem 1 kHz.

4) Použitelné pro AGSE napájené z veřejné distribuční sítě. AGSE musí vyhovovat zkušebním požadavkům harmonizovaných norem definovaných v příloze A této kategorie.

10.5.5.1.2 AGSE kategorie E2

Tabulka 503-3 definuje minimální zkušební požadavky použitelné pro AGSE kategorie E2. Provést se musí všechny zkoušky uvedené v odpovídajících civilních EMC normách.

AGSE Kategorie E2 mohou být alternativně předmětem minimálních zkušebních požadavků uvedených v tabulce 503-2.

TABULKA 503-3 – AGSE Kategorie E2

Zkušební metoda	Typ AGSE		Popis	Poznámka
	I	II		
IEC 61000-6-4	A	A	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 6-4: Kmenové normy – Emise – Průmyslové prostředí	Alternativní norma ČSN EN 61000-6-4
IEC 61000-6-2	A	A	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Část 6-2: Kmenové normy – Odolnost pro průmyslové prostředí	Alternativní norma ČSN EN 61000-6-2
IEC 61000-3-2	A ¹⁾	A ¹⁾	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 3-2: Meze - Meze pro emise proudu harmonických (zařízení se vstupním fázovým proudem ≤16 A	Alternativní norma ČSN EN 61000-3-2
IEC 61000-3-3	A ¹⁾	A ¹⁾	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 3-3: Meze – Omezování změn napětí, kolísání napětí a flikru v rozvodných sítích nízkého napětí pro zařízení se jmenovitým fázovým proudem ≤ 16 A, které není předmětem podmíněného připojení	Alternativní norma ČSN EN 61000-3-3
NCS12	A	N	Citlivost na vedené rušení, elektrostatický výboj	Alternativní norma ČSN EN 61000-4-2
NRE02	A ²⁾	A ²⁾	Vyzařované rušení, elektrické pole, 2 MHz až 18 GHz	
NRS02	A ³⁾	N	Citlivost na vyzařované rušení, elektrické pole, 30 MHz až 40 GHz	Omezené použití Může se použít také měření v odrazové komoře
<p>1) Použitelnost je definovaná civilními EMC normami.</p> <p>2) Použitelné tam, kde může být provoz AGSE souběžný se zkouškami nebo provozem citlivých leteckých přijímačů.</p> <p>3) Omezené použití: použitelné pro kmitočtové pásmo 1 GHz až 18 GHz, v případě možnosti vystavení AGSE vyzařování z radiolokátoru. Musí se použít impulzní modulace se šířkou impulzu 30 μs s opakovacím kmitočtem 1 kHz.</p>				

10.5.5.1.3 AGSE Kategorie E3

Tabulka 503-4 definuje minimální požadavky na zkoušky, které se musí použít pro AGE kategorie E3. Provedeny musí být všechny zkoušky uvedené v civilních normách.

TABULKA 503-4 – AGSE Kategorie E3

Zkušební metoda	Typ AGSE		Popis	Poznámka
	I	II		
IEC 61000-6-4	A	A	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 6-4: Kmenové normy – Emise –	Alternativní norma

Zkušební metoda	Typ AGSE		Popis	Poznámka
	I	II		
			Průmyslové prostředí	ČSN EN 61000-6-4
IEC 61000-6-2	A	A	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Část 6-2: Kmenové normy – Odolnost pro průmyslové prostředí	Alternativní norma ČSN EN 61000-6-2
IEC 61000-3-2	A ¹⁾	A ¹⁾	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 3-2: Meze - Meze pro emise proudu harmonických (zařízení se vstupním fázovým proudem ≤16 A	Alternativní norma ČSN EN 61000-3-2
IEC 61000-3-3	A ¹⁾	A ¹⁾	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 3-3: Meze – Omezování změn napětí, kolísání napětí a flikru v rozvodných sítích nízkého napětí pro zařízení se jmenovitým fázovým proudem ≤ 16 A, které není předmětem podmíněného připojení	Alternativní norma ČSN EN 61000-3-3
NCS12	A	N	Susceptibilita na vedené emise, elektrostatický výboj	Alternativní norma IEC 61000-4-2
NRS02	A ²⁾	N	Susceptibilita na vyzařované emise, elektrické pole, 30 MHz až 40 GHz	Omezené použití Může se použít také měření v odrazové komoře
<p>1) Použitelnost je definovaná civilními EMC normami.</p> <p>2) Omezené použití: Použitelné pro kmitočtové pásmo 1 GHz až 18 GHz, v případě možnosti vystavení AGSE vyzařování z radiolokátoru. Musí se použít impulzní modulace se šířkou impulzu 30 μs s opakovacím kmitočtem 1 kHz.</p>				

10.5.5.2 Pozemní vojsko

Tabulka 503-5 popisuje minimální požadavky zkoušek zařízení používaných pozemním vojskem (v 1. a 2. úrovni podpory).

Minimální zkušební požadavky na zařízení používaných v údržbových a opravárenských zařízeních tj. ve 3. úrovni podpory (v týlu), jsou uvedeny v evropských dokumentech OJEC nebo IEC.

TABULKA 503-5 – Technika pozemního vojska používaná v úrovních podpory

Zkušební metoda	Popis	Poznámka
NCE02	Vedené emise, napájecí kabely, 10 kHz až 10 MHz	
NCE04	Vedené emise, přenášené přechodové produkty na napájecích vodičích	
NCE05	Vedené emise, napájecí, signálové a řídicí vodiče, 500 Hz až 150 MHz	
NCS01	Susceptibilita na vedené emise, napájecí vodiče, 30 Hz až 150 kHz	

NCS02	Susceptibilita na vedené emise, řídicí a signálové vodiče, 30 Hz až 150 kHz	
NCS07	Susceptibilita na vedené emise, injektáž do kabelového svazku, 10 kHz až 2 000 MHz	
NCS09	Susceptibilita na vedené emise, tlumená sinusovka, kabely a napájecí vodiče, 10 kHz až 100 MHz	
NCS12	Susceptibilita na vedené emise, elektrostatický výboj	
NRE01	Vyzařované emise, magnetické pole, 30 Hz až 100 kHz	
NRE02	Vyzařované emise, elektrické pole, 10 kHz až 18 GHz	
NRS01	Susceptibilita na vyzařované emise, magnetické pole, 30 Hz až 100 kHz	
NRS02	Susceptibilita na vyzařované emise, elektrické pole, 50 kHz až 40 GHz	

10.5.5.3 Námořnictvo

Tabulka 503-6 popisuje minimální zkušební požadavky použitelné pro zařízení umístěná v prostředí na palubě, jak je definováno v článku 10.4.2.

TABULKA 503-6 – Technika námořních sil používaná v úrovních podpory

Zkušební metoda	Popis	Poznámka
NCE04	Vedené emise, přenášené přechodové produkty na napájecích vodičích	
NCE05	Vedené emise, napájecí, signálové a řídicí vodiče, 30 Hz až 100 MHz	
NCS01	Susceptibilita na vedené emise, napájecí vodiče, 30 Hz až 150 kHz	
NCS02	Susceptibilita na vedené emise, řídicí a signálové vodiče, 20 Hz až 50 kHz	
NCS07	Susceptibilita na vedené emise, injektáž do kabelového svazku, 4 kHz až 200 MHz	
NCS09	Susceptibilita na vedené emise, tlumená sinusovka, kabely a napájecí vodiče, 1 kHz až 100 MHz	
NCS11	Susceptibilita na vedené emise, přivedený nízký kmitočet, susceptibilita napájecích systémů (námořní systémy)	
NCS12	Susceptibilita na vedené emise, elektrostatický výboj	
NRE01	Vyzařované emise, magnetické pole, 30 Hz až 100 kHz	
NRE02	Vyzařované emise, elektrické pole, 10 kHz až 18 GHz	
NRS01	Susceptibilita na vyzařované emise, magnetické pole, 30 Hz až 100 kHz	
NRS02	Susceptibilita na vyzařované emise, elektrické pole, 50 kHz až 40 GHz	
NRS04	Susceptibilita na vyzařované emise, susceptibilita na stejnosměrné	

Zkušební metoda	Popis	Poznámka
	magnetické pole, (DC)	

Tabulka 503-7 popisuje minimální zkušební požadavky použitelné pro zařízení umístěná v podpalubí.

TABULKA 503-7 – Lodní zařízení umístěná v podpalubí

Zkušební metoda	Popis	Poznámka
NCE04	Vedené emise, přenášené přechodové produkty na napájecích vodičích	
NCE05	Vedené emise, napájecí, signálové a řídicí vodiče, 30 Hz až 150 MHz	
NCS01	Susceptibilita na vedené emise, napájecí vodiče, 30 Hz až 150 kHz	
NCS02	Susceptibilita na vedené emise, řídicí a signálové vodiče, 20 Hz až 50 kHz	
NCS07	Susceptibilita na vedené emise, injektáž do kabelového svazku, 4 kHz až 200 MHz	
NCS09	Susceptibilita na vedené emise, tlumená sinusovka, kabely a napájecí vodiče, 1 kHz až 100 MHz	
NCS11	Susceptibilita na vedené emise, přivedený nízký kmitočet, susceptibilita napájecích systémů (námořní systémy)	
NCS12	Susceptibilita na vedené emise, elektrostatický výboj	
NRE01	Vyzařované emise, magnetické pole, 30 Hz až 100 kHz	
NRE02	Vyzařované emise, elektrické pole, 2 MHz až 18 GHz	
NRS01	Susceptibilita na vyzařované emise, magnetické pole, 30 Hz až 100 kHz	
NRS02	Susceptibilita na vyzařované emise, elektrické pole, 50 MHz až 40 GHz	
NRS04	Susceptibilita na vyzařované emise, susceptibilita na stejnosměrné magnetické pole, (DC)	

Tabulka 503-8 popisuje minimální zkušební požadavky použitelné pro zařízení umístěná v podpalubí, která nemají vliv na plavbu, pohyb nebo letový provoz.

TABULKA 503-8 – Lodní zařízení, která nemají vliv na plavbu, pohyb nebo letový provoz

Zkušební metoda	Popis	Poznámka
NCE04	Vedené emise, přenášené přechodové produkty na napájecích vodičích	
NCE05	Vedené emise, napájecí, signálové a řídicí vodiče, 30 Hz až 100 MHz	

NCS01	Susceptibilita na vedené emise, napájecí vodiče, 30 Hz až 150 kHz	
NCS02	Susceptibilita na vedené emise, řídicí a signálové vodiče, 30 Hz až 50 kHz	
NCS07	Susceptibilita na vedené emise, injektáž do kabelového svazku, 10 kHz až 200 MHz	
NCS09	Susceptibilita na vedené emise, tlumená sinusovka, kabely a napájecí vodiče, 10 kHz až 100 MHz	
NCS11	Susceptibilita na vedené emise, přivedený nízký kmitočet, susceptibilita napájecích systémů (námořní systémy)	
NCS12	Susceptibilita na vedené emise, elektrostatický výboj	
NRE01	Vyzařované emise, magnetické pole, 30 Hz až 100 kHz	
NRE02	Vyzařované emise, elektrické pole, 2 MHz až 18 GHz	
Shoda s odpovídajícími evropskými normami specifikovanými v OJEC		

Tabulka 503-9 popisuje minimální zkušební požadavky použitelné pro lodní pomocná zařízení umístěná na pobřeží.

TABULKA 503-9 – Lodní pomocná zařízení umístěná na pobřeží

Zkušební metoda	Popis	Poznámka
NCE04	Vedené emise, přenášené přechodové produkty na napájecích vodičích	
NCE05	Vedené emise, napájecí, signálové a řídicí vodiče, 30 Hz až 100 MHz	
NCS01	Susceptibilita na vedené emise, napájecí vodiče, 30 Hz až 150 kHz	
NCS02	Susceptibilita na vedené emise, řídicí a signálové vodiče, 30 Hz až 50 kHz	
NCS07	Susceptibilita na vedené emise, injektáž do kabelového svazku, 10 kHz až 200 MHz	
NCS09	Susceptibilita na vedené emise, tlumená sinusovka, kabely a napájecí vodiče, 10 kHz až 100 MHz	
NCS12	Susceptibilita na vedené emise, elektrostatický výboj	
NRE01	Vyzařované emise, magnetické pole, 30 Hz až 100 kHz	
NRE02	Vyzařované emise, elektrické pole, 2 MHz až 18 GHz	
NRS02	Susceptibilita na vyzařované emise, elektrické pole, 30 MHz až 40 GHz	

10.5.5.4 Pomocná zařízení pro všeobecné použití

Pro zkušební požadavky použitelné v 3. úrovni podpory se používají evropské normy specifikované v OJEC nebo IEC dokumentech.

ČOS 051627
5. vydání
Změna 1
Kategorie 503

(VOLNÁ STRANA)

PŘÍLOHY

POŽADAVKY CIVILNÍCH ZKOUŠEK EMC

A.1 Civilní zkoušky napájecích vodičů

Následující civilní normy EMC je možno použít ve shodě s poznámkou 4) v tabulkách 503-1 a 503-2.

A.2 EN 61000-6-4: Elektromagnetická kompatibilita (EMC)

Část 6-4: Kmenové normy – Emise – Průmyslové prostředí

Zkušební metody:

- a) Vedené emise pro střídavé napájení.
- b) Vyzařované emise přes kryt zařízení.

A.3 EN 61000-6-2: Elektromagnetická kompatibilita (EMC)

Část 6-2: Kmenové normy – Odolnost pro průmyslové prostředí.

Důvod musí být uveden ve specifikaci „Důležitost při provozu“, jak je definováno normou.

Zkušební metody:

- a) Susceptibilita na vedené emise v rádiovém spektru, nesymetrický režim: Napájecí a signálové vodiče.
- b) Rychlé přechodové jevy: Napájecí a signálové vodiče.
- c) Rychlé náběhy: Napájecí a signálové vodiče.
- d) Poklesy napětí: Primární napájecí vodiče.
- e) Přerušení napětí: Primární napájecí vodiče.
- f) Magnetické pole napájecího kmitočtu: Kryty.
- g) Amplitudově modulované magnetické pole v rádiovém spektru: Kryty.
- h) Elektrostatický výboj (ESD): Kryty.
- i) Použít doporučené délky kabelů a vyhodnocovací kritéria uvedené v normě.

A.4 EN 61000-3-2: Elektromagnetická kompatibilita (EMC)

Část 3-2: Meze – Meze pro emise proudu harmonických (zařízení se vstupním fázovým proudem ≤ 16 A).

Zkušební metody:

- a) Měření harmonických proudů: Primární napájecí kabely.

A.5 EN 61000-3-3 Elektromagnetická kompatibilita (EMC)

Část 3-3: Meze – Omezování změn napětí, kolísání napětí a flikru v rozvodných sítích nízkého napětí pro zařízení se jmenovitým fázovým proudem ≤ 16 A, které není předmětem podmíněného připojení.

Zkušební metody:

- a) Měření napěťových výpadků: Primární napájecí vodiče.

11 KATEGORIE 504 – ÚVOD DO OVĚŘOVÁNÍ A ZKOUŠEK PLATFOREM A SYSTÉMŮ

11.1 Související dokumenty

- [1] AECTP-253 ELECTROSTATIC CHARGING, DISCHARGE AND PRECIPITATION STATIC
Elektrostatický náboj. Výboj a poruchy způsobené atmosférickými srážkami (P-Static).
- [2] AECTP-254 ATMOSPHERIC ELECTRICITY AND LIGHTNING
Atmosférická elektřina a blesk
- [3] AECTP-256 NUCLEAR ELECTROMAGNETIC PULSE
Jaderný elektromagnetický impulz
- [4] AECTP-258 RADIO FREQUENCY ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTS
Podmínky elektrického/elektromagnetického prostředí RF signálů
- [5] STANAG 2345 MILITARY WORKPLACES – FORCE HEALTH PROTECTION REGARDING PERSONNEL EXPOSURE TO ELECTRIC, MAGNETIC, AND ELECTROMAGNETIC FIELDS, 0 HZ TO 300 GHZ
Vojenská pracoviště – ochrana zdraví u jednotek související s vystavením personálu působení elektrických, magnetických a elektromagnetických polí od 0 Hz do 300 GHz
- [6] AECTP-508 ORDNANCE TEST AND VERIFICATION PROCEDURES
Vlivy elektrického/elektromagnetického prostředí - Zkoušky výzbroje/munice
- [7] RTCA/DO-160 ENVIRONMENTAL CONDITIONS AND TEST PROCEDURES FOR AIRBORNE EQUIPMENT – SECTION 23 LIGHTNING DIRECT EFFECTS
Podmínky prostředí a zkušební postupy pro palubní zařízení
- [8] AECTP-508/4 LIFTING, MUNITION ASSESSMENT AND TEST PROCEDURES
Vlivy elektrického/elektromagnetického prostředí – zkoušky výzbroje/munice, Část 4 Blesk (atmosférický výboj), hodnocení munice a zkušební postupy
- [9] SDIP-27 NATO TEMPEST REQUIREMENTS AND EVALUATION PROCEDURES –
TEMPEST požadavky NATO a postupy hodnocení
- [10] SDIP-29 FACILITY DESIGN CRITERIA AND INSTALLATION OF ELECTRICAL EQUIPMENT FOR PROCESSING CLASSIFIED INFORMATION
Kritéria pro návrh objektů a instalace zařízení pro zpracování

klasifikovaných informací

- [11] NATO AC322- D4/050 NATO C3 BOARD INFOSEC TECHNOLOGY AND IMPLEMENTATION DIRECTIVE ON CE, (29 APRIL 2002)
NATO C³ palubní technologie INFOSEC a použití CE směrnice (29. dubna 2002)
- [12] DEF STAN 08- 50 INSTALLATION GUIDANCE FOR MEETING THE REQUIREMENTS OF NAVAL TEMPEST TESTING
Instalační návod pro splnění požadavků námořních zkoušek TEMPEST
- [13] MIL-STD-464 ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL EFFECTS REQUIREMENTS FOR SYSTEMS
Účinky elektromagnetického prostředí požadavky na systémy

11.2 Zkratky

Tato kategorie obsahuje následující zkratky.

Zkratka	Název v originálu	Český název
ČTÚ	-	Český telekomunikační úřad
E3	Electromagnetic Environmental Effects	vlivy elektromagnetického prostředí
EID	Electrically Initiated Devices	elektricky rozněcovatelné zařízení
EMC	Electromagnetic Compatibility	elektromagnetická kompatibilita
EMCAB	Electromagnetic Compatibility Advisory Board	poradní orgán pro zajištění EMC
EMCCP	Electromagnetic Compatibility Control Plan	regulační plán elektromagnetické kompatibility
EMCON	Electromagnetic Controlling	regulace emisí
EME	Electromagnetic Environment	elektromagnetické prostředí
EMITP	Electromagnetic Interference Test Plan	zkušební plán elektromagnetické interference
EMITR	Electromagnetic Interference Test Report	protokol o zkoušce elektromagnetické interference

EMSEC	Electromagnetic Security	elektromagnetická bezpečnost z hlediska úniku informací
GFE	Government Furnished Equipment	vládou požadované zařízení
MNFS	Maximum No Fire Stimulus	maximální úroveň, při které nedojde k roznětu
NBÚ	-	národní bezpečnostní úřad
NDI	Non Development Item	nevyvíjená položka
RF	Radio Frequency	rádiové kmitočty
TEMPEST		klíčové slovo pro studium kompromitujícího elektromagnetického vyzařování
VSWR	Voltage Standing Wave Ration	poměr stojatých napěťových vln

11.3 Cíl

Tato kategorie podrobně popisuje běžné vlivy elektromagnetického prostředí (E3), požadavky zkoušek E3 a ověřovací programy podrobně popsáné v kapitolách

„Kategorie 505 – Zkoušky E3 leteckých platforem a systémů“,

„Kategorie 506 – Zkoušky E3 námořních platforem a systémů“,

„Kategorie 507 – Zkoušky E3 pozemních platforem a systémů“.

Tyto kategorie jsou vhodné pro nové nebo modifikované kompletní systémy.

11.4 Použitelnost a požadavky

V případě neshody mezi textem v tomto dokumentu a zde citovanými odkazy má přednost text tohoto dokumentu. Nic v tomto dokumentu nenahrazuje použití zásad a směrnic, pokud se nejedná o zvláštní výjimku.

11.4.1 Obecné informace

Všechny podsystémy a zařízení systému musí být vzájemně elektromagneticky kompatibilní. Systém musí být kompatibilní s vlivy vnějšího elektromagnetického prostředí. Ověření kompatibility se musí provádět na reprezentativním výrobku, který představuje systém tak, jak se zde popisuje. Funkce důležité z hlediska bezpečnosti se musí ověřovat z hlediska elektromagnetické kompatibility uvnitř systému a z hlediska vnějšího elektromagnetického prostředí dříve, než se v takovém prostředí použijí. Ověřování se týká všech fází životního cyklu systému včetně běžného použití, kontroly, ukládání, dopravy, zacházení, balení, nabíjení, vybíjení, odpálení a dalších běžných postupů spojených s jednotlivými aspekty životního cyklu. Termín platforma se používá pro označení systému pro účely tohoto dokumentu.

11.4.2 Poradní orgán pro zajištění elektromagnetické kompatibility (EMCAB)

EMCAB se musí ustavit jako diskusní fórum pro všechny aspekty „Zkušebního a ověřovacího programu E3“. Členy tohoto fóra musí být zástupci akvizičního orgánu a hlavního dodavatele. Akviziční orgán a hlavní dodavatel musí mít zastoupení v řízení orgánu EMCAB. Hlavní dodavatel musí být na základě jednání orgánu schopen vytvořit předpoklady pro odhad vlivu elektromagnetické interference (EMI) a oficiální vyjádření vlivu EMI. EMCAB se schází podle potřeby.

11.5 Zkoušky

11.5.1 Rezerva

Rezerva od požadovaných hodnot se musí stanovit na základě požadavků pracovního provozu, tolerancí v hardware systému a nejistot možných při ověřování požadavků návrhu na systémové úrovni. Funkce systému důležité z hlediska bezpečnosti a splnění úkolu musí mít rezervu nejméně 6 dB. V tabulce 508/3-1 kategorie 508/3 se uvádí rezerva, která se musí použít u elektricky rozněcovatelných zařízení (EID) v případě, kdy nejsou k dispozici národní kritéria.

11.5.2 Vnitřní elektromagnetická kompatibilita systému

Systém sám musí být elektromagneticky kompatibilní tak, že jsou splněny všechny provozní požadavky. Shoda se musí ověřit zkouškami, analýzou nebo kombinací obou na systémové úrovni.

11.5.3 Externí elektromagnetické prostředí

Externí elektromagnetické prostředí (EME) a úrovně jsou podrobně popsány v řadě dokumentů AECTP-250 (ČOS 999935). Ne všechna prostředí se používají pro ověření platforem nebo systémů. Konkrétní údaje jsou v dokumentech AECTP-253 [1], AECTP-254 [2], AECTP-256 [3] a AECTP-258 [4]. Použitelná externí elektromagnetická prostředí musí určit příslušný národní orgán.

Systém je elektromagneticky kompatibilní s jeho definovaným RF externím elektromagnetickým prostředím, pokud jsou splněny požadavky na jeho bezchybný provoz.

11.5.4 Program pro zkoušky a ověření E3

Program pro zkoušky E3 a ověření platformy a systému musí obsahovat následující postupy:

- a) Musí se provést kontrola uspořádání zařízení systému, software/firmware, součástek, kabelů, kabelových tras a svorek pro ověření, že platforma nebo systém je vyroben a uspořádán způsobem reprezentujícím výrobek, který bude předmětem dodávky.
- b) Musí se provést kontrola všech funkcí platformy nebo zařízení a všech instalovaných podsystémů a zařízení pro ověření, že všechny provozní požadavky jsou ve specifikovaných tolerancích.

- c) Na počátku a na konci každého zkušebního dne nebo začátku a konci zkušebního cyklu E3 se musí provést definované základní provozní zkoušky.
- d) Musí se provést zkoušky zdroj – oběť pro ověření, že vnitřní systémy platformy nebo systému splňují požadavky EMC. Zkoušky obsahují:
 - 1) Širokopásmové zkoušky zdroj – oběť.
 - 2) Úzkopásmové zkoušky zdroj – oběť na základě analýzy potenciálních interferenčních kmitočtů.
 - 3) Zkoušky zdroj – oběť při spínání distribučního napájecího systému.
- e) Jestliže platforma, nebo systém, obsahuje palubní vysílače, musí se provést zkoušky a analýza rádiových kmitočtů z hlediska bezpečnosti.
- f) Podle požadavku se musí provést zkoušky vnitřního provozu. Pro účely části této kategorie se vnitřní provoz definuje jako bezporuchový provoz rádiové komunikace / radiolokátoru, která zajišťuje přenos informací mezi platformami a systémy a správný a bezpečný provoz podpůrných platform a systémů. Např. letouny a vrtulníky musí přímo spolupracovat s lodí.

11.5.5 Místo zkoušky

Místo provádění zvolených E3 zkoušek a jejich program musí schválit národní orgán v dodatku ke zkušebnímu programu.

11.5.6 Analýza nebezpečí z hlediska funkce

Analýza nebezpečí z hlediska funkce v prostředí E3 se musí provádět pro klasifikaci bezpečnostního rizika nebo spolehlivosti pro opatření, která toto riziko vyloučí nebo sníží na přijatelnou míru schválenou národní autoritou. Může se jednat o samostatný dokument nebo se může jednat o rozsáhlejší analýzu, která stanovuje další rizika mimo rámec EMC.

11.5.7 Bezpečnost z hlediska rádiových kmitočtů (RADHAZ)

Konstrukce systému musí zajistit ochranu osob, paliva a munice před nebezpečnými vlivy elektromagnetického vyzařování. Shoda se musí ověřit zkouškou, analýzou, prohlídkou nebo jejich kombinací.

Systém musí splňovat národní předpisy pro ochranu osob před vlivy elektromagnetického záření. Kritéria NATO jsou uvedeny v STANAG 2345 [5]. Shoda se musí ověřit zkouškou, analýzou, prohlídkou nebo jejich kombinací.

Nesmí dojít ke vznícení paliva vlivem elektromagnetického prostředí (EME). EME zahrnuje palubní vysílače a externí zdroje vyzařování. Shoda se musí ověřit zkouškou, analýzou, prohlídkou nebo jejich kombinací.

EID ve zbraních se nesmí nezamyšleně iniciovat nebo se nesmí zhoršit provozní charakteristiky po ozáření při vystavení zařízení úrovní EME uvedeným v AECTP 258 [4], jednak v případě přímého vystavení EID, jednak při nezamýšlené aktivaci elektricky napájených odpalovacích obvodů. Shoda se musí ověřit zkouškou a analýzou. Návod pro zkoušky a vyhodnocení je uveden v kategorii 508.

11.5.8 Zkoušky EMC zdroj – oběť

Zkoušky dvojic zdroj – oběť se musí provést pro všechna zařízení a podsystémy důležité z hlediska bezpečnosti letu, bezpečnosti osob a splnění bojového úkolu a pro všechny elektricky inicializovaná zařízení v munici.

Příslušný národní orgán musí v programu pro E3 zkoušky a ověřování schválit specifické provozní režimy zařízení a příslušná chybová kritéria nebo kritéria susceptibility.

Shoda EMC vnitřních zařízení systému se musí ověřit zkouškou pro každý zjištěný prvek matice zdroj – oběť. (V případě rozlehlých lodních platform se může vytvořit několik matic zdroj – oběť). Shoda vnitřních zařízení systému se musí ověřit zkouškou, při které vysílají všechny vnitřní i vnější antény platformy.

11.5.9 EMC podpůrných zařízení vozidla/platformy

Vozidla nebo platformy, které se používají jako součást systému nebo systémové instalace (např. vrtulníky) musí být elektromagneticky kompatibilní se systémem tak, aby nebyl narušen provoz vozidla/platformy. EMC zkoušky zdroj – oběť musí ověřit shodu jednotlivých tříd nebo řad vozidel nebo platform.

11.5.10 EMC zkoušky z hlediska rádiové komunikace a radiolokátorů

Zkoušky vyžadují, aby rádiové komunikační a radiolokátorové podsystémy pracovaly opakovatelně pro každý tvar vlny, která se používá při vysílání nebo příjmu.

11.5.11 Nevyvíjené a komerční položky (COTS/MOTS)

Nevyvíjené a komerční položky (COTS/MOTS) musí splňovat elektromagnetické požadavky vhodné pro zajištění, že se dosáhne úplné funkčnosti systému. Shoda se musí ověřovat zkouškou, analýzou nebo kombinací obou. Musí se použít následující postup:

- a) Pokud je položka zvolena dodavatelem – Pokud se prokáže, že položka zvolená dodavatelem způsobuje problémy při plnění požadavku na bezchybný provoz, musí se komerční položka upravit, nahradit nebo se musí provést opatření pro potlačení interference tak, aby se dosáhlo plné provozní funkčnosti systému.
- b) Pokud je položka zvolena příslušným národním orgánem – Pokud dodavatel prokáže, že položka zvolená příslušným národním orgánem způsobuje problémy při plnění požadavku na bezchybný provoz, musí se údaje o chybách provozu zaznamenat a předat příslušnému národnímu orgánu. V žádném případě se nesmí komerční položka upravit nebo nahradit bez souhlasu dodavatele.
- c) Vládou požadované zařízení (GFE) – Pokud dodavatel prokáže, že vládou zajišťované zařízení způsobuje problémy při plnění požadavku na bezchybný provoz, musí se údaje o chybách provozu zaznamenat a předat příslušnému národnímu orgánu. V žádném případě se nesmí komerční položka upravit nebo nahradit bez souhlasu dodavatele.

Podrobnější informace jsou uvedeny v odstavci kategorie 500, článek 7.4.3 a příloha A.

11.5.12 Kompatibilita elektromagnetického spektra

ČTÚ musí členům EMCAB poskytnout posouzení každého vysílače, přijímače a antény.

11.5.13 Elektrické spojování

System, podsystémy a zařízení musí obsahovat nutné elektrické spoje tak, aby byly splněny požadavky E3 tohoto standardu. Shoda pro konkrétní případy se musí ověřit zkouškou, analýzou, prohlídkou nebo kombinací předchozích akcí.

11.5.14 Blesk

V ČOS 051627 nejsou plně pokryty všechny aspekty účinků blesku pro zařízení a systémy. Následující přehled sumarizuje tyto skutečnosti a musí se příslušným národním orgánem použít pro platformy/systémy.

- a) Přímé vlivy: Letecké platformy nejsou v tomto vydání ČOS zahrnuty. Část „Kategorie 505“ obsahuje zkoušky pro ověření elektrických zařízení při přímém zásahu letadla bleskem. Návod pro zkoušky přímým úderem blesku je možno získat v RTCA/DO-160, oddíl 23 [7].
- b) Není běžnou praxí provádět zkoušky přímého úderu blesku na lodích s výjimkou radomů nebo nevodivých krytů atd., které jsou umístěny na vysokých nástavbách lodě. Pro tyto položky se zkoušky přímého úderu blesku doporučují a používají se postupy používané pro radomy letadel. V případě nekovových trupů lodí se provádí pouze jednoduché nebo žádné zkoušky účinků blesku s výjimkou ověření systémů pro ochranu před bleskem (bleskosvody na stožárech a jejich vodiče připojené k referenční ploše pod trupem musí mít nízký ohmický odpor).
- c) Zkoušky zbraňových systémů jsou uvedeny v kategorii 508/4. Popisují se zde možné mechanismy poškození způsobené prohořením, žhavými místy, proděravěním dielektrika a mechanickým namáháním.

11.5.15 EMSEC/TEMPEST

Vzhledem k elektrické podstatě produkují zařízení, která jsou předmětem tohoto dokumentu vedené a vyzařované emise. V případě zpracování utajovaných informací mohou tyto emise přenášet utajované informace. Informace týkající se národní bezpečnosti nesmí unikat ze zařízení zpracovávajících utajované informace vlivem kompromitujícího elektromagnetického vyzařování. Shoda s požadavky se musí ověřovat zkouškou, analýzou, prohlídkou nebo jejich kombinací. (Kompromitující elektromagnetické vyzařování je elektromagnetické vyzařování elektrických a elektronických zařízení, které by mohlo způsobit únik utajované informace stupně utajení Přísně tajné, Tajné nebo Důvěrné). Podrobnější informace a požadavky jsou uvedeny na adrese <http://www.ia.nato.int/niapc/tempest>.

Potřebu použití požadavků TEMPEST určuje v ČR Národní bezpečnostní úřad (NBÚ) nebo jím pověřené organizace. NBÚ stanovuje některé faktory zranitelnosti a útoků

pro určení reziduálních rizik, kterým jsou informace vystaveny. NBÚ také určuje protipatření potřebná pro snížení rizik, které akceptují úrovně a identifikují cenově efektivní přístup ke splnění požadavků TEMPEST.

11.5.16 Regulace emisí (EMCON)

Nezamýšlené elektromagnetické vyzařované emise nesmí ve vzdálenosti 1 km překročit úroveň (-105 dBm/m^2) v jakémkoliv směru od systému v kmitočtovém rozsahu 500 kHz až 40 GHz, při použití rozlišovací šířky pásma uvedené v tabulce 504-1. Tyto požadavky se používají pro pozemní aplikace pouze v případě, že je specifikuje příslušný národní orgán. V případě požadavku vysokého stupně utajení, se mohou požadovat nižší mezní hodnoty než určil příslušný národní orgán. V případě určování mezních hodnot se musí započítat okolní vlivy na předpokládaném bojišti a technologická vyspělost protivníka. Shoda se ověřuje zkouškou a prohlídkou.

TABULKA 504-1 – Rozlišovací šířka pásma pro EMCON

Kmitočtový rozsah (MHz)	Rozlišovací šířka pásma pro pokles 6 dB (kHz)
0,5 až 1	1
1 až 30	10
30 až 1 000	30
1 000 až 40 000	100

POZNÁMKY

- 1 Videofiltr měřicího přijímače se nesmí použít pro omezení šířky pásma.
- 2 Mohou se použít vyšší hodnoty rozlišovací šířky pásma, ale nesmí se použít žádné korekční faktory.
- 3 Pro EMCON je možno použít MIL-STD 464 [13].

11.5.17 Dokumentace a dodávky

Příslušný národní orgán musí dostat ke schválení následující dokumenty:

- a) Analýzu funkčních rizik.
- b) Zkušební a ověřovací postupy E3.
- c) Zkušební a ověřovací protokol E3.
- d) Integrovaná a analytickou zprávu, která obsahuje návrhy regulace EMI s ohledem na následující skutečnosti:
 - 1) Fyzické opatření pro zabránění úrazu RF elektrickým proudem (výstrahy, zábrany, ploty).
 - 2) Opatření pro správné spojování a zemnění provedené svařováním, přišroubováním, připevněním nebo páskováním.

- 3) Použití nevodivých a nemagnetických materiálů.
 - 4) Použití RF absorpčních materiálů.
 - 5) Další opatření pro regulaci EMI.
- e) Údaje o kompatibilitě kmitočtového spektra včetně tabulky přidělených kmitočtů.
- f) Matice zdroj – oběť.
- g) Zápalné body paliva a olejů.
- h) Protokol o přepážkových prostupech, který popisuje:
- 1) Umístění přepážkových panelů. Např. na úrovni paluby, strany nebo kvadrantu lodě.
 - 2) Způsob prostupu (např. trubkou, kanálem, stíněným kabelem, přenosový blok).
 - 3) Délku exponovaných kabelů.
 - 4) Identifikaci zkušebních bodů (podle použití tj. označení/identifikace kabelu, a zakončení).
 - 5) Typy kabelů.
 - 6) Zařízení nebo podsystém.
 - 7) Číslo výkresu.
 - 8) Způsob spojování a datum.
- i) Protokol o specifikaci antén a naměřené údaje, který obsahuje:
- 1) Náskres(y) umístění antén.
 - 2) Náskres podrobného umístění antény, antény, přizpůsobovacího členu, násobného přizpůsobovacího členu a filtru.
 - 3) Podrobné údaje o anténě, přizpůsobovacím členu, násobném přizpůsobovacím členu a filtru.
 - 4) Údaje o VSWR pro každou instalovanou anténu.
 - 5) Schmidtův diagram pro každou instalovanou anténu.
- j) Matici interakčních překážek antén (tj. matici pro antény, u kterých se předpokládá ovlivnění jejich vyzařovacích diagramů v propustném i mimo propustné RF pásmo, blokování, přímou viditelnost, ohyb vlny a další vlivy na vyzařovací diagram antény).
- k) Diagramy zakázaných pásem (tj. náskresy, které označují vlastní zakázaná pásma zbraňových nebo sledovacích podsystémů).

12 KATEGORIE 505 – ZKOUŠKY E3 LETECKÝCH PLATFOREM A SYSTÉMŮ

12.1 Související dokumenty

- [1] AECTP-258 ELECTRICAL/ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL CONDITIONS RF ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTS
Podmínky elektrického/elektromagnetického prostředí RF signálů
- [2] AECTP-501 ELECTRICAL/ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT EFFECTS TESTS AND VERIFICATION – EQUIPMENT AND SUB SYSTEM TESTS
Zkoušky vlivů elektrického/elektromagnetického prostředí zařízení a podsystémů
- [3] STANAG 3856 PROTECTION OF AIRCRAFT CREW AND SUB SYSTEMS IN FLIGHT AGAINST ELECTROSTATIC CHARGES
Ochrana letadla, posádky a leteckých systémů proti elektrostatickým nábojům za letu
- [4] AECTP-503 ELECTRICAL/ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT EFFECTS TESTS AND VERIFICATION – GROUND SUPPORT EQUIPMENT TEST PROCEDURES
Zkoušky vlivů elektrického/elektromagnetického prostředí – zkušební postupy pozemních pomocných zařízení
- [5] US NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS TECHNICAL REPORT 1092
Technický návod 1092 Národního ústavu pro standardizaci US
- [6] ČOS 599902 POŽADAVKY NA KONTROLU CHARAKTERISTIK ELEKTROMAGNETICKÉ INTERFERENCE SUBSYSTÉMŮ A ZAŘÍZENÍ

12.2 Zkratky

Zkratka	Název v originálu	Český název
BCI	Bulk Current Injection	injekce proudu do kabelového svazku
COTS	Commercial-Off-The-Shelf	komerční zařízení
CW	Continuous Wave	netlumená vlna
E3	Electromagnetic Environmental Effects	vlivy elektromagnetického prostředí
EM	Electromagnetic	elektromagnetický
EMC	Electromagnetic Compatibility	elektromagnetická kompatibilita
EME	Electromagnetic Environment	elektromagnetické prostředí
EMI	Electromagnetic Interference	elektromagnetická interference

Zkratka	Název v originálu	Český název
EMICP	Electromagnetic Interference Control Plan	regulační plán elektromagnetické interference
EMITP	Electromagnetic Interference Test Procedure	zkušební plán elektromagnetické interference
EUT	Equipment Under Test	zkoušené zařízení
FOL	Fibre Optic Link	světlovodná linka
HF	High Frequency	vysoký kmitočet
HIRF	High Intensity Radiated Fields	vyzařované pole s vysokou intenzitou
LEMP	Lightning Electro Magnetic Pulse	elektromagnetický impulz blesku
LLDD	Low Level Direct Drive	přímá injektáž signálu s nízkou úrovní
LLSC	Low Level Swept Coupling	rozmítání vazebního signálu s nízkou úrovní
LLSF	Low Level Swept Field	rozmítání pole s nízkou úrovní
MNFS	Maximum No Fire Stimulus	maximální úroveň, při které nedojde k roznětu
NAA	National Aviation Authority	národní letecká autorita
NEMP	Nuclear Electromagnetic Pulse	jaderný elektromagnetický impulz
RF	Radio Frequency	rádiový kmitočet

12.3 Cíl

Hlavním cílem této kategorie je představit ověřovací postupy pro demonstraci schopnosti vojenských letadel operovat v elektromagnetickém (EM) prostředí.

12.4 Použití a požadavky

12.4.1 Použití

Tato kategorie se používá jako návod na vytvoření ověřovacích metod pro konkrétní letecké aplikace.

12.4.2 Požadavky

12.4.2.1 EM prostředí

EM prostředí se rozděluje do dvou oblastí.

12.4.2.1.1 Kmitočtová oblast

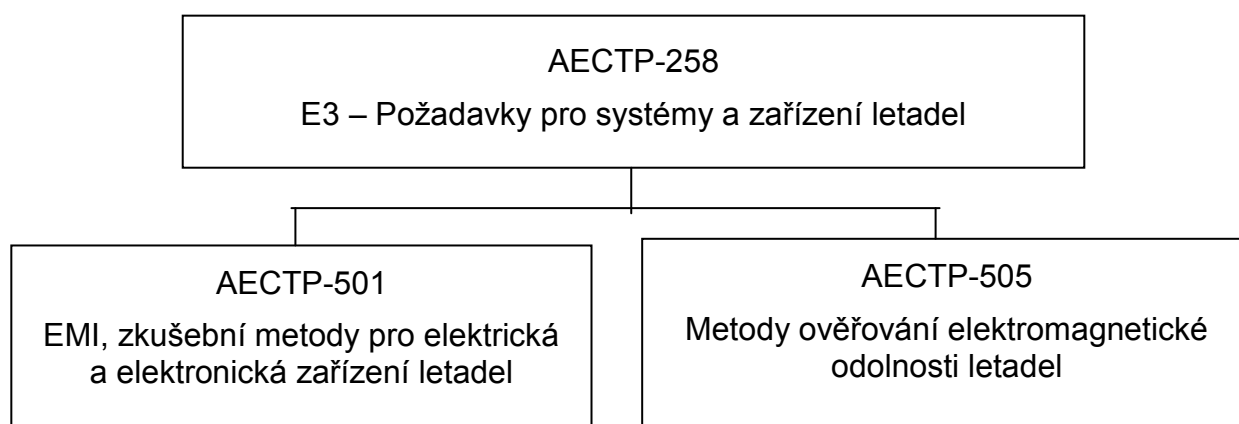
Průběhy prostředí, jejichž energie se koncentruje v okolí konkrétních kmitočtů (což jsou obvykle modulované nosné kmitočty). Jako příklad je možno použít vyzařované pole s vysokou intenzitou (HIRF) z pozemních komunikačních vysílačů a radiolokátorů. Tyto průběhy jsou obvykle výsledkem činnosti člověka.

12.4.2.1.2 Časová oblast

Průběhy prostředí, které mají tvar diskrétních impulzů a jejichž energie je rozprostřena v široké části kmitočtového spektra. Příkladem může být jaderný elektromagnetický impulz (NEMP) a výboj blesku. Tyto průběhy mohou být výsledkem činnosti člověka nebo mohou mít přírodní charakter.

12.4.2.2 Požadavky vlivů elektromagnetického prostředí (E3)

Typická EM prostředí pro letadla jsou uvedena v AECTP-258 [1], kde se definují požadavky na opatření proti elektromagnetickým vlivům. Účelem tohoto dokumentu je popis ověřovacích postupů pro certifikaci E3 na úrovni systémů letadel, která zajistí bezpečnost a správnou činnost v EM prostředí. Metody kvalifikace elektrických a elektronických zařízení jsou uvedeny v kategorii 501. Vztahy těchto dokumentů jsou uvedeny na obrázku 505-1. EM prostředí spolu s postupy pro elektrostatické a dodatečné zkoušky jsou uvedeny v STANAG 3856 [3].



OBRAZEK 505-1 – Blokové schéma vztahů dokumentů pro E3 certifikaci letadel

12.4.3 Systémy technického řešení ověřování E3

Splnění požadavků E3 se musí zjišťovat postupným ověřovacím procesem. „Postupný“ znamená, že ověřování shody s požadavky E3 je průběžný proces vytváření argumentů (revizní záznam) během vývoje letadla tak, aby návrh vyhovoval vnuceným požadavkům provozu. Prvotní technický návod se musí provádět na základě analýzy a modelování. Tato fáze musí používat údaje získané z předchozích programů, předběžného EM modelování nebo nejlépe z obou současně. Po vytvoření prvotních návrhů hardware se může pro ověření analýz a modelování provádět měření jednotlivých prvků letadla. Postup při návrhu dává stále lepší informace. Když je letadlo vyrobeno, je nutno provést některé zkoušky, které spolu s následnou analýzou proces ověřování ukončí.

Správné vyvážení analýz a zkoušek pro ověření konkrétních požadavků obecně záleží na stupni důvěryhodnosti výsledků jednotlivých metod, technické vhodnosti, ceny a dostupnosti investic.

Analýzy a zkoušky se navzájem doplňují. Před tím než je k dispozici hardware, může být analýza jediným nástrojem pro zjištění, zda má návrh odpovídající parametry. Zkoušky se pak mohou orientovat na ověření přesnosti a vhodnosti použitých

modelů. Důvěryhodnost údajů modelu s ohledem na konkrétní použití, určuje rovnováhu mezi analýzami a zkouškami.

Použití EM modelování nebo analýza dat získaných v předchozích zkouškách pro předpověď chování trupu letadla, může hrát důležitou roli při snižování rizik v prvotních krocích programu. Úloha analýzy a modelování se může sumarizovat následujícím způsobem:

- a) Určení vhodných požadavků návrhu je možno získat v EMI specifikacích zařízení nebo normách.
- b) Použití návrhových nástrojů pro vyvarování se chyb při návrhu elektromagnetické odolnosti letadla. Nástroje také musí být schopny posoudit vliv trupu a změn instalací na elektromagnetickou odolnost letadla.
- c) Pomoc při návrhu uspořádání zkoušek letadla a minimalizace chyb při zkouškách, vyplývajících z umístění letadla na zemi.

Obrázek 505-2 ukazuje snižování elektromagnetického namáhání vně letadla, ve vztahu k požadovaným intenzitám (vnucené EMI požadavky) pro zařízení umístěná na palubě letadla pro zajištění, že zařízení nebude ovlivňováno. Tento obrázek ukazuje základní témata, která se vztahují k mnoha kapitolám tohoto dokumentu. Externí EM prostředí existuje vně struktury letadla. Může se popsat mnoha různými fyzikálními veličinami jako je např. elektromagnetické pole nebo povrchové proudy. Přenosové funkce popisují vztah mezi těmito úrovněmi a úrovněmi, které se vyskytují jako pole, napětí nebo proudy uvnitř letadla. Přenosové funkce zahrnují základní elektromagnetické vlastnosti letadla a odpovídající prvky zodolnění pro zjištění chování E3. Přenosové funkce je možno určit analýzou, zkouškami nebo kombinací obou technik. Velmi důležitá je volba vhodných fyzikálních veličin. Např. proudy v kabelových svazcích je možno určit analýzou a běžně se provádí jejich měření jednak na letadle a jednak v EMI laboratoři. Bezpečnostní rezervy se odvozují od známých úrovní zodolnění (intenzity) položek zařízení nebo od skutečných úrovní. Musí se použít na základě předpokládaného provozu letadla, výrobních tolerancí letadla a nejistot úrovně ověřování požadavků návrhu. Bezpečnostní meze funkcí letadla důležitých při zajišťování bezpečnosti a provozu letadla musí být nejméně 6 dB. Výzbroj musí mít pro zajištění bezpečnosti rezervu od maximální úrovně, kdy nedojde k roznětu (MNFS) 16,5 dB a 6 dB pro jiné funkce.

Vlivem nejistot použitých analytických modelů při návrhu letadla s ohledem na EM hlediska, je pro získání kompletních argumentů pro ověření způsobilosti nejdůležitější měření. Tento dokument upřednostňuje pro účely ověření zkoušky.

12.5 Zkoušky

12.5.1 Ideální závěrečná ověřovací EM zkouška

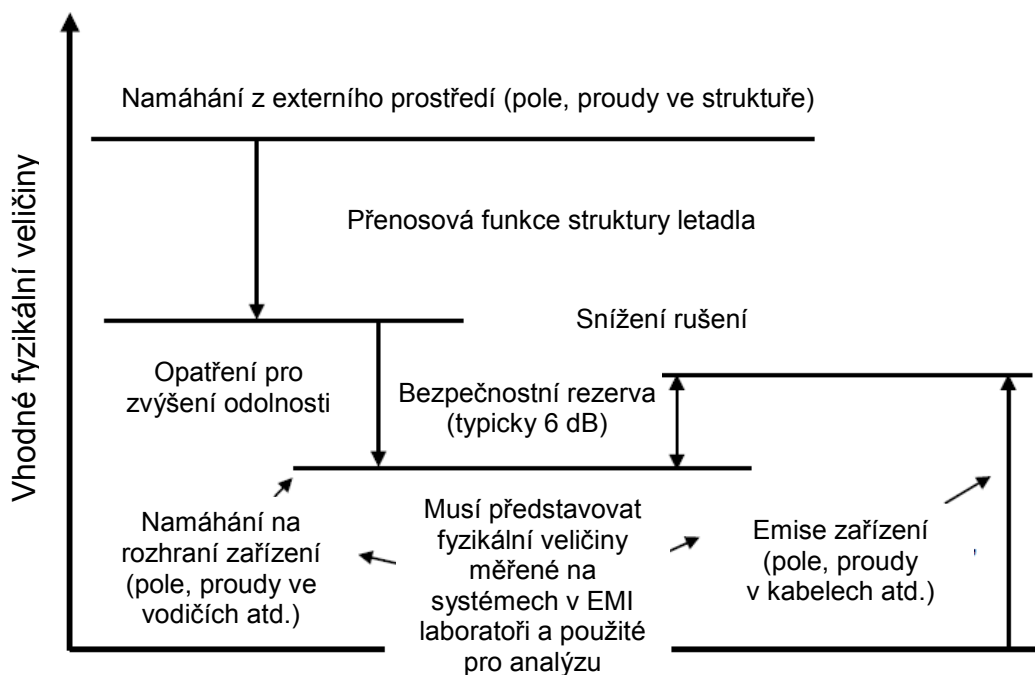
Je užitečné prodiskutovat „ideální“ zkoušku pro posouzení E3 odolnosti letadla. Konečné a nejpřesnější posouzení schopnosti letadla pracovat v libovolném elektromagnetickém prostředí, je vystavení letadla tomuto prostředí. Posouzení musí simulovat skutečné podmínky za letu. Musí se použít všechny ozařovací úhly a polarizace (v případě blesku pak cesty jeho průchodu), všechny varianty možných parametrů hrozby (jako jsou pracovní kmitočty a modulace pro hrozby v kmitočtové oblasti), všechna uspořádání letadla a všechny provozní režimy palubních zařízení.

Pro zjištění všech vazebních mechanismů ve všech prostředích, je potřeba vystavit ozáření EM polem nebo předpokládaným proudům (v případě blesku) celý objem letadla.

V ideálním případě nesmí být letadlo spojeno se zemí napájecí soustavy nebo hydraulických zdrojů, jak je tomu v případě pozemních prostředků. Letadlo se musí napájet z vlastních zdrojů a v případě mnoha zařízení a podsystémů se musí použít APU (Auxiliary Power Unit) pomocný napájecí zdroj. Vyhodnocení samotných motorových systémů může být správné pouze při jejich chodu. Nakonec se musí zkoušky opakovat při letu tak, aby se při měření minimalizoval vliv země a aby automatické řídicí podsystémy pracovaly se správnými vstupy senzorů a správnou aerodynamickou zpětnou vazbou.

Malé změny výše uvedených požadavků mohou mít významný vliv na tvar a amplitudu indukovaných proudů do kabelových svazků. Kmitočtová šířka pásma poruch elektronického zařízení může být velmi úzká, což v případě zkoušek s omezeným počtem kmitočtů může způsobit, že se hrozba nebezpečného narušení funkce nezaregistruje.

Výše uvedené ideální podmínky jsou z mnoha důvodů technicky velmi náročné, jako je např. problém s umístěním letadla na zkušební místě při spuštěných motorech, odstranění vlivu země a generování odpovídajícího uniformního pole po celém objemu letadla při použití potřebného kmitočtového pásma.



OBRÁZEK 505-2 – Vztah namáhání/intenzita a rezervy bezpečnosti

12.5.2 Příklad praktického přístupu

Skutečná závěrečná zkouška může vyžadovat omezené ozáření letadla polem s danou zkušební úrovní nebo, v případě zkoušky vlivu blesku, injektáž zkušební proudů ve zvolených bodech. Jako alternativní přístup při nižších nákladech se mohou spíše než zkoušky celého letadla v simulátorech použít následující metody:

- a) Měření vazby EM energie (přenosové funkce) ve vnitřním prostoru letadla v celém kmitočtovém pásmu pro všechna prostředí při ozařování letadla vyzařovanou rozmítanou netlumenou vlnou (CW) s nízkou úrovní nebo, v případě zkoušky vlivu blesku, injektováním rozmítaného netlumeného proudu do trupu letadla. Toto měření se může provádět ve volném prostoru nebo v odrazové komoře, kde se letadlo ozařuje statisticky náhodným polem pod různými úhly a s různou polarizací a vytváří se tak „nejhorší případ“ pro vyhodnocování vazby.
- b) Použití vhodných algoritmů zpracování signálu a výpočet signálu z měření vazby a proudů indikovaných v kabelových rozvodech v různých prostředích kmitočtové a časové oblasti.
- c) Přímá injektáž zvolených nebezpečných proudů do kabelových rozvodů nebo, v případě vyšších kmitočtů (> 400 MHz) spojených s hrozbami v kmitočtové oblasti, ozařování zařízení a jejich kabeláže simulovaným nebezpečným polem. Pro simulaci parametrů zářiče se musí zkušební signály v kmitočtové oblasti vhodným způsobem modulovat. Tato zkouška se může používat na úrovni sestaveného systému (systémová integrace) za předpokladu, že přesně reprezentuje systém umístěný v letadle.

Výhodou tohoto přístupu je skutečnost, že nejsou potřebná rozlehlá zkušební stanoviště a zkušební zařízení je tedy možno přemístit na libovolné místo. Tento přístup se může také jednoduše použít pro urychlené zkoušky celého letadla. Pokud nejsou pozorovány poruchy, pak jsou zkoušky s různými ozařovacími úhly, polarizacemi a konfiguracemi letadla poměrně rychlé.

Nevýhodou tohoto přístupu je skutečnost, že každá odchylka od „ideálního“ postupu zanášá do měření chyby. Při tomto přístupu může zákazník z důvodu získání důvěry ve výrobek, požadovat některé zkoušky při použití plného ohrožení. Mnohem podrobnější je metodika, která se pokouší vyvolat „nejhorší případ“ a poskytuje tak požadovanou míru důvěry, že udělení způsobilosti je správné. Nelineární průběhy, které se vyskytují při zkoušce vlivu blesku u letadel, jejichž trup obsahuje vysoké procento kompozitního materiálu z uhlíkových vláken (CFC) navíc může vést k významným odchylkám vazebních mechanismů. V takovém případě se doporučuje použití vyšších úrovní injektovaných signálů. Čím méně proložení se použije, tím méně potenciálních chyb se vyskytne.

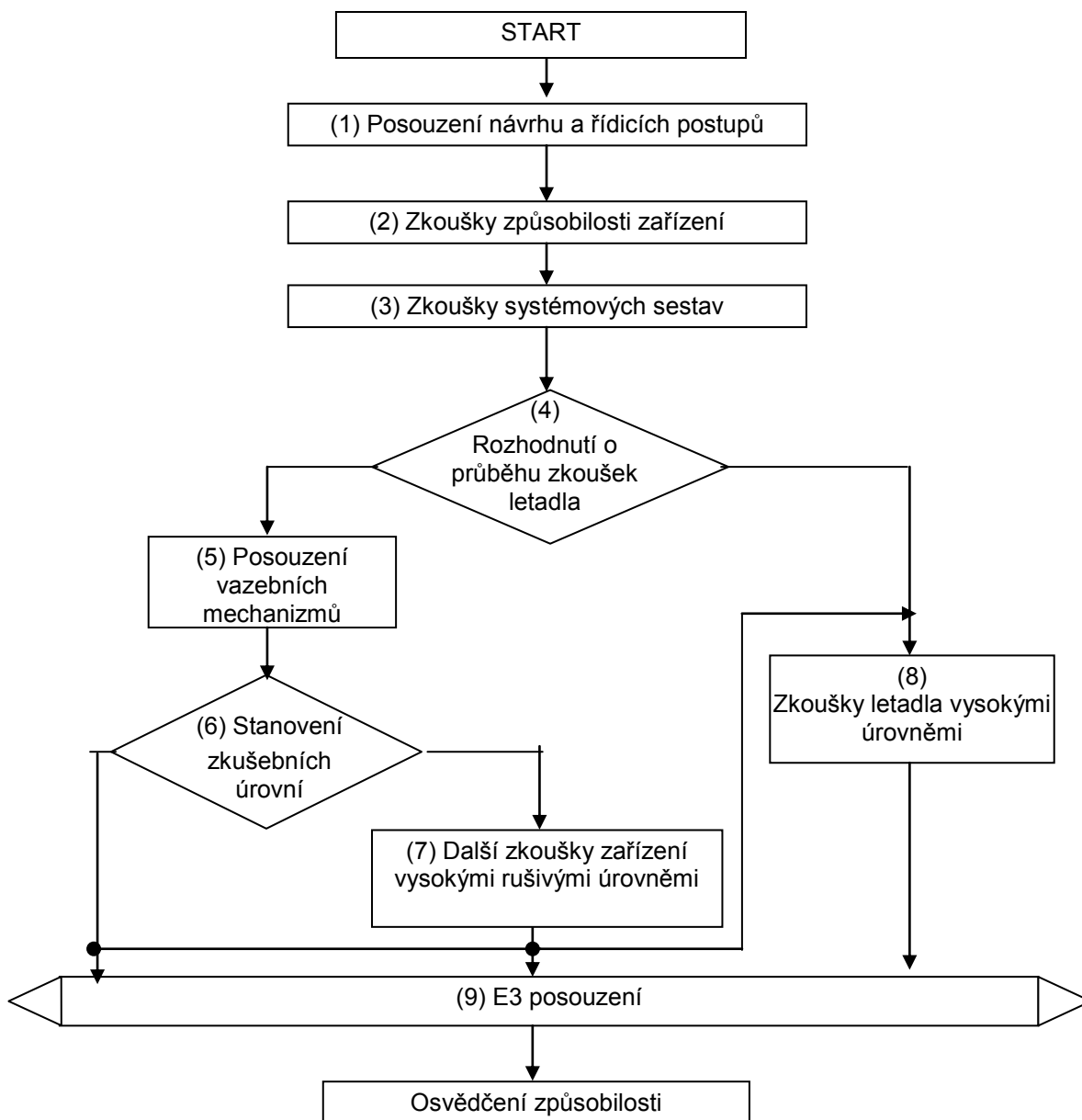
12.5.3 Postup ověřování

Na obrázku 505-3 je vývojový diagram, který ukazuje základní cesty při posuzování E3 odolnosti letadla, od návrhu až po závěrečné vydání osvědčení způsobilosti pro všechny možné EM hrozby. Každý krok diagramu se rozebírá v následujících článcích. Článek 12.5.3.5 obsahuje podrobné zkušební postupy na úrovni zkoušek letadla týkající se ohrožení v kmitočtové oblasti pro jednotlivá EME prostředí jak je uvedeno v dokumentu AECTP 258 [1]. Článek 12.5.3.6 je určen pro hrozby z rušení v časové oblasti na úrovni zkoušek letadla jako je např. NEMP a blesk, prováděné běžně tam, kde je to vhodné.

Metodika pro dosažení E3 způsobilosti je proces, který začíná hned v počátku a pokračuje ve všech etapách vývoje letadla. Zkušební část je možno rozdělit do tří kategorií, jmenovitě na zkoušky zařízení, zkoušky sestaveného systému a zkoušky

celého letadla. Stupeň zkoušek závisí na vlivu (důležitosti) podsystému ve spojení s podsystémy, které mají důležité funkce z hlediska bezpečnosti (SAFETY CRITICAL) jako jsou vlastní let, výzbroj a ovládání motorů, na které se kladou mnohem přísnější požadavky než na systémy, které mají funkce důležité z hlediska splnění bojového úkolu (MISSION CRITICAL) nebo nemají vysokou důležitost.

Zkoušky na úrovni zařízení a podsystémů mohou významně snížit stupeň zkoušek na úrovni celého letadla. Výhodou je skutečnost, že tyto zkoušky jsou mnohem flexibilnější než zkoušky na úrovni celého letadla a je možno provádět mnohem podrobnější zkoušky v kmitočtové oblasti, používat různé modulační režimy. Zkoušky na úrovni celého letadla jsou časově i finančně mnohem náročnější.



OBRÁZEK 505-3 – Vývojový diagram postupu ověření E3 způsobilosti

12.5.3.1 Krok (1) – Posouzení návrhu a řídicích postupů

12.5.3.1.1 Regulační program E3

Je důležité, aby program E3 zajišťoval kontrolu ve všech fázích vývoje nového letadla, z důvodu minimalizace rizik problémů v pozdějších stádiích, kde by zpětné zásahy mohly být třeba reálné, ale extrémně nákladné.

Na začátku programu se musí definovat požadavky na prostředí a důležitost jednotlivých zařízení a podsystémů z hlediska prováděné funkce (vliv na bezpečnost). V závislosti na důležitosti prováděné funkce se může rozhodnout o odlišných požadavcích E3. Může se např. rozhodnout použít zkoušku vlivu blesku jen na funkce důležité z hlediska bezpečnosti, ale zkoušku NEMP jak na funkce důležité z hlediska bezpečnosti, tak na funkce důležité z hlediska splnění úkolu. Předpokládá se, že blesk zasáhne jen jedno letadlo ve skupině a tato ztráta by byla přijatelná, kdežto NEMP by měl vliv na celou skupinu a tudíž by ohrozil celkové splnění bojového úkolu.

12.5.3.1.2 Požadavky EMI na elektrická a elektronická zařízení

Skutečnost, že vhodné požadavky EMI mají vliv na elektrická a elektronická zařízení je nejdůležitějším prostředkem pro zajištění kompatibilního provozu mezi položkami vnitřních palubních zařízení v různém externím prostředí. Požadavky pro konkrétní položky se musí volit na základě znalosti ostatních zařízení, která jsou na palubě, analýzy a modelu návrhu letadla, instalace s ohledem na umístění a útlumu vnějších polí a proudů. Pro určení vazebních mechanismů se může použít EM modelování za použití momentové metody (stínění) a difrakční teorie. Data získaná z předchozích typů letadel je možno použít pro ověření, zda očekávané úrovně namáhání ve vnitřním prostoru budou zařízení ovlivňovat a zda požadované zkušební úrovně dostatečně ověří ochranná opatření.

EMI požadavky zařízení se musí týkat vedených i vyzařovaných emisí a susceptibility (odolnosti) jak v kmitočtové tak i časové oblasti tak, aby se ověřila jednak kompatibilita mezi vnitřními systémy a jednak kompatibilita vzhledem k externímu prostředí. [2] obsahuje zkušební metody, které se neustále aktualizují a představují hlavní směr při výrobě, jsou opakovatelné a mohou se použít při ověřování vlastností letadla. Úroveň požadavků závisí obecně na individuálním použití a [2] tedy požadavky neobsahuje.

Použití samostatných komerčních zařízení (COTS) nebo položek vyvíjených v předchozích vojenských projektech je běžný přístup pro snížení rozpočtu nových leteckých programů. Použití těchto zařízení vyžaduje analýzu, která musí prokázat, zda je použití zařízení vhodné a zda nedojde k problémům E3. Použití takových zařízení v letadle může vyžadovat dodatečné zkoušky nebo dodatečná ochranná opatření. V některých případech je nutno nalézt alternativní zařízení, pokud není možno vytypované zařízení začlenit do systému bez problémů.

Pro zajištění správného provedení kontroly, že EMI požadavky jsou správně připraveny, existují dva dokumenty „Regulační plán elektromagnetické interference“ (EMICP) a „Zkušební plán elektromagnetické interference“ (EMITP).

- a) Regulační plán elektromagnetické interference (EMICP) musí obsahovat popis zařízení, jejich vliv na obvody rozhraní a opatření použité pro jejich ochranu. Tyto informace jsou velmi důležité pro úspěšný návrh kabeláže. Dále je nutné, aby výrobce zařízení definoval, jakým způsobem se zajišťuje elektromagnetická kompatibilita (EMI) a způsob její zajištění po celou dobu životnosti.
- b) Zkušební plán elektromagnetické interference (EMITP) musí pro jednotlivé předměty zkoušek obsahovat podrobný popis každé zkušební metody včetně úrovní, které se musí dosáhnout, provozní režimy zkoušeného zařízení a definice chybových kritérií v průběhu zkoušky.

12.5.3.2 Krok (2) – Zkoušky způsobilosti zařízení

Formální EMI zkoušky zařízení se obvykle v plánu objevují, ale ještě před zkouškami systémů. Dříve než je dosaženo tohoto stádia, se zkoušky provádí v přiměřeném rozsahu na modelech a prototypch za účelem snížení rizika, že EMI opatření selžou při zkoušce způsobilosti s neodmyslitelnými dopady na náklady, které by tímto byly způsobeny. Zkouška způsobilosti EMI opatření může přinést užitečné informace, které pomohou k provedení efektivnějších zkoušek letadla, poskytnutím informací o druzích selhání, kritických kmitočtech a úrovních, při kterých může k selhání dojít, pokud je provedena za použití zkušebních postupů příslušné normy a uspořádání zkoušek reprezentující konečnou instalaci letadla.

Část zkušebního plánu elektromagnetické interference (EMITP), která se týká susceptibility (odolnosti), spojená s přípravou letadla pro použití v EM externím prostředí, obsahuje aspekty v časové a kmitočtové oblasti.

Pro ohrožení v kmitočtové oblasti se používají dvě základní zkoušky. První - ozáření zkoušeného zařízení vř polem s vhodnou modulací na úrovni předpokládaného vnitřního namáhání. Druhá - injektáž RF proudů do kabelových svazků zkoušeného zařízení prostřednictvím transformátorů proudu – „Bulk Current Injection“ (BCI). Tento postup je z technických důvodů omezen kmitočtem 400 MHz.

Pro ohrožení v časové oblasti se používají rovněž dva postupy. První – injektáž proudových impulzů v časové oblasti do kabeláže zkoušeného zařízení prostřednictvím techniky BCI. Druhý – v případě blesku, NEMP a spínaných přechodových jevů, se do kabeláže injektují tlumené sinusové signály v kmitočtovém pásmu 10 kHz až 100 MHz. Pro zahrnutí účinků parazitní a rozptylové části blesku se do zemnicích přívodů zkoušeného zařízení injektuje impulz tvaru dvojité exponenciály.

Vhodné postupy zkoušek zařízení musí být provedeny podle postupů uvedených v [2].

12.5.3.3 Krok (3) – Zkoušky integrovaných systémových sestav

Pro zařízení, která zajišťují funkce důležité z hlediska bezpečnosti letu nebo splnění bojového úkolu, se musí provést zkoušky a hodnocení na úrovni systémů nebo

podsystemů, protože se tak významně zkracuje doba zkoušek na letadle samotném. Zkoušky integrované systémové sestavy, které používají techniky BCI nebo RS a provádí se na maketě konečné instalace, mohou snížit rozsah potřebných zkoušek na letadle samotném, pokud lze prokázat, že maketa odpovídajícím způsobem reprezentuje konečnou instalaci a že rozsah zkoušek je vybrán tak, aby odrážel předpokládané vnitřní prostředí. Aby tyto zkoušky byly použitelné pro udělení certifikátu, musí být fyzická instalace zařízení podobná té, která se použije v letadle, tzn. spojování a uzemnění systému, obsah a rozložení kabelových svazků, vzájemná poloha jednotlivých součástí mezi sebou a zemní plochou, musí co nejlépe odpovídat konkrétní instalaci. Reprezentativnost neznamena pouze chování elektrických signálů v potřebné šířce pásma (často celkem úzké), ale také chování signálů mimo toto pásmo, které se vyskytují v uvažovaném prostředí E3. Jestliže je zkoušené zařízení uspořádáno ve tvaru kovové klece, ve které jsou kabely vedeny identicky s instalací v letadle a přiléhají ke kovovému skeletu takovým způsobem, že impedance obdobných kabelů je velice podobná té, kterou získáme v letadle, pak může být podstatná část programů zkoušek provedena na tomto zařízení a mohou se získat smysluplné výsledky. Kvůli získání správných elektromagnetických charakteristik se stává zařízení obtížně použitelné pro systémovou sestavu a vznikají obtíže. Proto je v tomto případě značný odpor k provádění programů zkoušek EMI na takových sestavách.

Zkušební úrovně se musí zvolit tak, aby odrážely předpokládané vnitřní prostředí.

I když není sestavené zařízení elektromagneticky zcela reprezentativní, je možné vyšetřovat nesprávné chování celého systému se všemi simulovanými aktivními zpětnými vazbami. Tyto informace budou označovat velmi přesné a významné definování kritérií nesprávného chování. Pro systémy řízení letu, je simulování aerodynamické zpětné vazby jediným mechanismem pro určení těchto kritérií, protože zkoušky letadla na zemi aerodynamickou zpětnou vazbu neumožňují.

12.5.3.4 Krok (4) – Rozhodnutí o provedení zkoušek letadla

a) Všeobecná ustanovení

Některé zkušební techniky mohou být vhodnější než jiné tam, kde se bere v úvahu velikost letadla a praktičnost při ozařování celé konstrukce požadovaným vnějším vlnovým polem. Za vyhovující se považují různé předkládané postupy, které jsou předmětem dalšího výzkumu.

b) Volba postupů pro zkoušky letadla.

Existují dva základní přístupy ke zkouškám letadel.

- 1) První, využívá techniku rozmítané netlumené vlny (CW) s nízkou vazební úrovní (LLC) (krok 5) pro měření útlumu trupu letadla (přenosová funkce) a potvrzení, že rozsah zkoušek systémové sestavy odráží skutečné vnitřní prostředí. V závislosti na kmitočtu se může technika LLC použít pro ozařování letadla, nebo pro přímou injekci proudů do trupu. Navíc se mohou vyžadovat další kontrolní zkoušky zařízení nebo systémů s vysokými vazebními úrovněmi (krok 7), pokud nebyl proveden požadovaný rozsah zkoušek anebo nebyla sestava dostatečně reprezentativní. Pro zvýšení důvěry ve zkoušky EME, se mohou použít některé významné kmitočty

s vysokou úrovní, které se projevily jako důležité při zkouškách technikou LLC. Zatímco zkušební technika LLC se může použít pro nepřímé vlivy blesku, alternativní metodou je injekce proudu s dvojitým exponenciálním průběhem do letadla, což představuje úder blesku, a měření indukovaného proudu v kabeláži.

- 2) Druhý přístup (krok 8) pro EME a NEMP, obsahuje ozařování letadla při úrovních, které reprezentují vnější EM prostředí, v celém kmitočtovém pásmu, nebo všemi tvary impulzů a amplitud v případě namáhání v časové oblasti a vyžaduje generování homogenních polí kolem celého letadla. I když pro velká letadla je toto běžně neproveditelné, jsou kroky 5 – 7 použitelné jako postupy pro letadla určitých velikostí. Co se týče blesku, injektují se proudy rovnající se plnému ohrožení přímo do trupu letadla (krok 8); toto je praktické, ale drahé. Navíc může dojít k poškození trupu nebo drahého elektronického zařízení.

12.5.3.5 Zkoušky letadel (kroky 5 – 8) – EME a podobné hrozby v kmitočtové oblasti.

12.5.3.5.1 Krok (5) – Posouzení vazebních mechanismů

- a) Všeobecná ustanovení.

V tomto kroku se stručně popisují různé postupy, které se mohou použít pro určení vazeb mezi vnějším elektromagnetickým polem a vnitřními systémy letadla.

U kmitočtů nižších než 400 MHz postup sestává z měření nebo odvození povrchových proudů ve struktuře letadla, proudů v trupu a měření proudů indukovaných v kabelech. U kmitočtů vyšších než 400 MHz postup spočívá v měření vnitřních polí indukovaných do zařízení při ozaření externím polem.

Mez 400 MHz není jasně stanovena. Závisí na tom, zda je průnik rádiových kmitočtů krytem zařízení významným činitelem. Pak je nutné překrýt tuto mez dvěma postupy pro ujištění, že bude vyzkoušen celý primární vazební mechanismus.

- b) Zkouška přímou injekcí signálu s nízkou úrovní (LLDD) při použití povrchových proudů.

Tento postup se může použít pro měření přenosové funkce mezi povrchovým proudem a proudem indukovaným do kabelových svazků jednotlivých zařízení. Prvním krokem je určení povrchového proudu, který je výsledkem ozařování externím polem. Zjišťování vztahu mezi vyzařovaným externím polem a povrchovým proudem se provádí pro všechny ozařovací úhly a polarizace. Nejhorší případ se může zjistit přesným numerickým modelováním pomocí 3D programů metodou konečných přírůstků a konečných prvků.

Druhý krok obsahuje optimalizaci injekce povrchové proudové hustoty, která se vypočítala v prvním kroku. Extrapolační faktor mezi

nejhorším případem ve volném prostoru a nejhorším povrchovou proudovou hustotou se odvozuje od příslušné proudové hustoty (první a druhý krok).

Třetí krok provádí postup injektování definovaný ve druhém kroku a ověřuje vztah mezi měřenou a simulovanou povrchovou proudovou hustotou. Tento krok se provádí pro ověření platnosti numerického modelu.

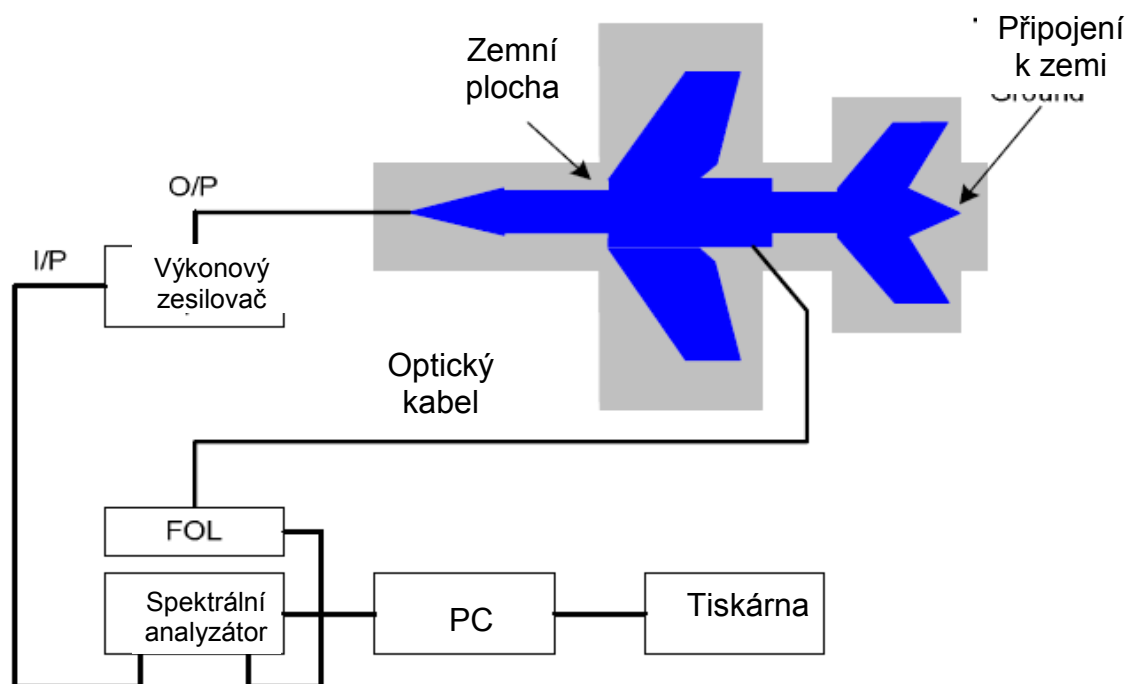
Čtvrtý krok obsahuje injektáž proudu do letadla umístěného uvnitř injektážní sestavy a měření proudů ve svazcích. Přenosové funkce s ohledem na nejhorší případ ve volném prostoru se získá kombinací naměřených výsledků v kabelových svazcích a extrapolací faktoru získaného ve druhém kroku.

Na obrázku 505-4 je uvedeno zjednodušené uspořádání zkoušky se zpětným vodičem tvořeným zemní plochou. Raději než použití zemní plochy se akceptuje použití koaxiálního rámu, který je uveden na obrázku 505-11. Typické jsou rámy nos – ocas a nos – křídlo. Pokud se jako proudový zpětný vodič používá rám, musí se pro jeho konstrukci použít vodiče nebo kovové mřížky, které zajišťují lepší výsledky na vyšších kmitočtech.

Tato metoda má lepší citlivost ve srovnání se zkouškou LLSC popisovanou dále a je méně závislá na zdroji signálu a výkonovém zesilovači. Určení měřítka vyžaduje větší útlum a přesný model jakož i také přesnou simulaci a je základním bodem techniky LLDD. Běžně se používá pro kmitočtové pásmo od 10 kHz do několika desítek MHz. Horní hranice kmitočtu závisí na rozměrech letadla a útlumu trupu. Použití techniky LLDD pro kmitočty nad prvním rezonančním kmitočtem koaxiálního rámu je možné pouze ve spojení s numerickou simulací. Pokud se prokáže dobrá korelace mezi technikou zkoušení LLSC a LLDD měřeními nebo simulacemi, pak je možno techniku LLDD použít pro maximální kmitočet, který představuje pět vlnových délek největšího rozměru.

- c) Zkouška rozmítaným vazebním signálem s nízkou úrovní (LLSC) při použití ozařování <400 MHz.

Odezva jak letadla, tak kabelových svazků systému na vnější zkušební pole je rezonanční povahy a je závislá jak na struktuře, tak na instalaci. Zkouška ozáření vnějším polem se požaduje za účelem určení této odezvy.



OBRÁZEK 505-4 – Zkušební uspořádání při přímé injektáži

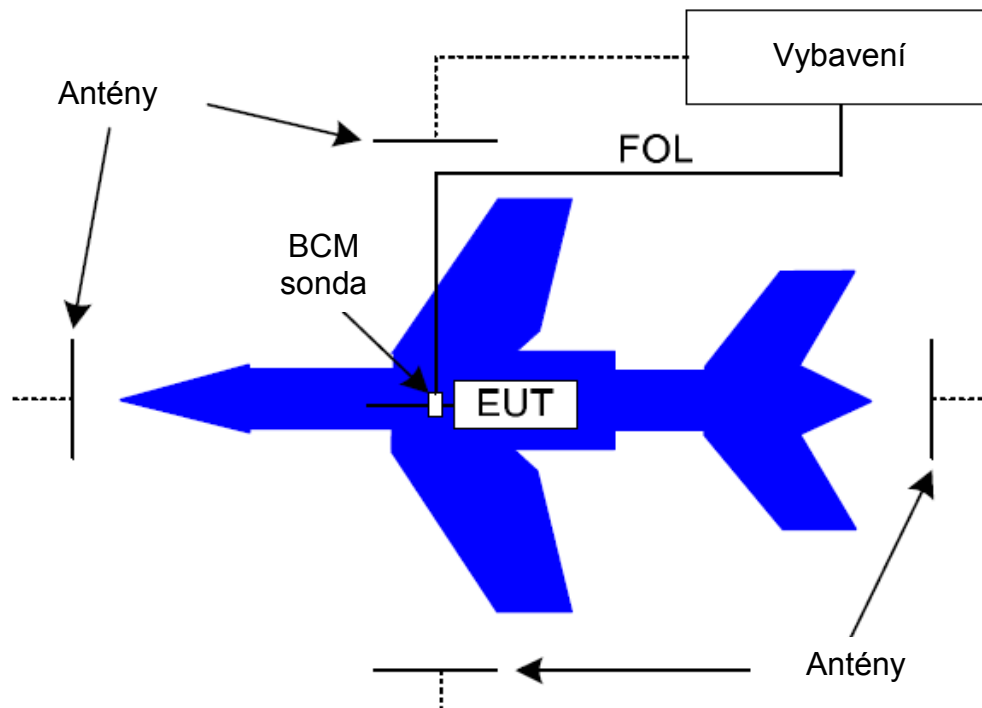
Postup se používá pro přímé měření přenosové funkce mezi externím polem a indukovanými proudy v kabelových svazcích zařízení. Letadlo se stejnoměrně ozařuje postupně ze všech čtyř stran jak horizontálně, tak vertikálně polarizovaným, kmitočtově rozmítaným polem a měří se proudy indukované do kabelových svazků letadla nebo zařízení. Obrázek 505-5 ukazuje typické zkušební uspořádání.

Poměr indukovaného proudu a intenzity zkušebního pole se normalizuje vzhledem k 1 V/m a udává přenosovou funkci ve smyslu indukovaného proudu na jednotku intenzity vnějšího pole. Pomocí této přenosové funkce lze extrapolovat indukovaný proud pro požadovanou intenzitu v rušivého pole vynásobením indukovaného proudu pro 1 V/m a intenzity v vnějšího pole. Extrapolované v proudy, vyhodnocené pro všechny konfigurace měření pro každý svazek se překryjí a vytvoří tak průběh indukovaných proudů jako „nejhorší případ“.

Z důvodu stojatých vln indukovaných na kabelových svazcích se tato technika stává diskutabilní pro kmitočty nad 400 MHz, kde chyby při měření vyžadují měřit vnitřní pole jinou použitelnou technikou.

Porovnání mezi proudy označenými jako „nejhorší případy“ pro dílčí svazky vodičů a indukovanými proudy při zkouškách nebo při poruchách zařízení, se provádí v diskrétních kmitočtových pásmech tj. 0,05 MHz až 0,5 MHz, 0,5 MHz až 30 MHz a 30 MHz až 100 MHz. Toto rozdělení do pásem se vyžaduje, protože rezonance mohou být u zkoušek zařízení a u zkoušek letadla různé. Jako alternativní postup se může použít metoda oktávových obálek nejhorších proudů. Tato metoda umožňuje použít obálku oktávy nižší a vyšší než je kmitočet s vrcholovou amplitudou přenosové funkce proudu. Typická přenosová funkce proudu má několik

vrcholových amplitud. Obálka zkušebního proudu pro susceptibilitu na vedené emise je soubor vrcholových hodnot proudu pro všechny kmitočty, které jsou obsaženy v dolní a horní oktávě vrcholového kmitočtu. Postranní oktávy vrcholového kmitočtu se získají jeho násobením $\frac{1}{2}$ pro dolní oktávu a 2 pro horní oktávu. Například pro vrcholový kmitočet 3 MHz může být rozpětí kmitočtů ohraničeno kmitočty 1,5 MHz a 6 MHz.



OBRÁZEK 505-5 – Sestava pro měření letadla při zkoušce LLSC

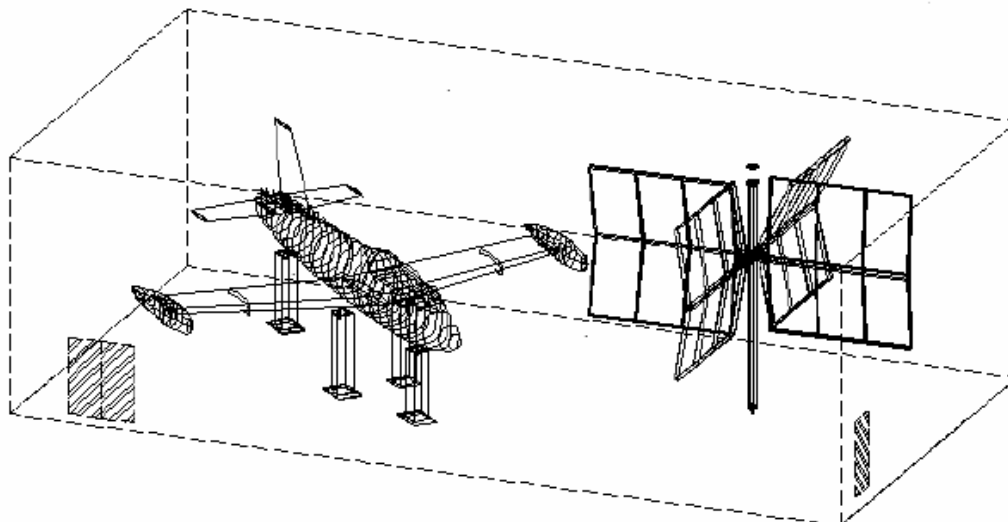
- d) Zkouška rozmítaným polem s nízkou úrovní (LLSF) při použití ozařování > 100 MHz.

Použitý postup ozařování je podobný tomu, který byl popsán v předchozím článku. Místo proudů v kabelových svazcích se měří elektrické pole ve vnitřním prostoru a pro měření maximálního vnitřního pole v blízkém okolí zařízení se používají různé techniky. V závislosti na prostoru se může použít měření ve více bodech nebo se může provádět zkusmo. V tomto kmitočtovém pásmu je povoleno další místní ozařování tak, aby se dosáhlo ozáření celého uzavřeného prostoru, ve kterém je zařízení umístěno tak, aby se zajistilo měření průnikupřes přístupové body do uzavřeného prostoru (jako např. kryty).

- e) Alternativní zkouška vazeb v odrazové komoře od 30 MHz (nebo nižších kmitočtů v závislosti na komoře) do 18 GHz.

Jako alternativní postup, který je současně ve vývoji v různých zemích, pro využití měření vazeb a susceptibilitu zařízení a systémů se používá odrazová komora. Tento postup se může použít jako alternativní zkouška místo výše zmíněných metod LLSC/LLSF. Může se měřit buď přímo přenosová funkce mezi externím polem a kabelovými svazky letadla nebo zařízením, nebo útlum, který představují uzavřené prostory letadla měřením vnějších a vnitřních polí. Dolní kmitočtový rozsah komory je

funkcí jejich rozměrů, tj. čím nižší je požadovaný měřicí kmitočet tím větší musí být rozměry komory. Obrázek 505-6 znázorňuje příklad odrazové komory.



OBRÁZEK 505-6 – Příklad odrazové komory pro zkoušky letadel

Laděná dutina nebo odrazová komora je stíněný prostor s takovým nejmenším rozměrem, který je podstatně větší než vlnová délka na nejmenším použitelném kmitočtu. Komora je normálně vybavena mechanickým ladicím nebo řídicím zařízením, jehož rozměry tvoří značnou část rozměrů komory a vlnové délky na nejnižším použitelném kmitočtu. Když se komora vybudí RF energií, výsledné multimódové elektromagnetické prostředí se může měnit mechanickým laděním nebo buzením. Výsledné prostředí je při dostatečném počtu poloh mechanického ladicího zařízení jak izotropní tak i v průměru homogenní.

Umístěním letadla do takové komory a během jeho ozařování lze měřit proudy indukované v kabelových svazcích a intenzity polí uvnitř uzavřených prostorů. Výhodou tohoto postupu je, že jsou pokryty všechny úhly včetně spodní strany letadla, kterou je normálně velmi obtížné ozářit požadovaným způsobem. Nevýhodou je, že nejnižší použitelná kmitočtová odezva komory je omezena jejími rozměry. Úplný popis návrhu těchto komor lze nalézt v US National Institute of Standards Technical Report 1092 [4].

Takové komory se stále více používají pro zkoušky odolnosti na úrovni zkoušek zařízení nebo systémů vzhledem k jejich vysoké účinnosti.

Typické odrazové komory jsou určeny pro kmitočtové pásmo 80 MHz až 18 GHz nebo do kmitočtu 40 GHz. Počáteční použitelný kmitočet se snižuje se zvětšujícími se rozměry komory. Přiměřený mezní dolní kmitočet komory, který je stále mnohem účinnější než zkušební pole ve volném prostoru, je pro zkoušky s vysokou úrovní 30 MHz. Pro nižší kmitočty již neúměrně rostou rozměry takových odrazových komor. Také účinnost takové komory klesá, a blíží se účinnosti zkušebního pole

ve volném prostoru, dokonce v případě zkoušek s nízkými úrovněmi mohou nižší kmitočty vytvářet vnímavější prostředí.

Kalibrační proces musí být s výjimkou následujících dvou odstavců stejný, jako v případě malých komor (ČOS 599902 [6]): ověření uniformity pole a izotropního prostředí, určení charakteristických parametrů komory (faktor kvality, časové konstanty pro impulzní zkoušky, standardní odchylka, normalizované pole, vložené ztráty atd.). Pro zkoušky zařízení musí být referenční hodnota průměrem maxim všech měřených složek elektrického pole při otáčení ladicího prvku a ne maximum celkového elektrického pole při otáčení ladicího prvku jako je tomu v případě ČOS 599902 [6]. Protože letadlo může významně změnit parametry odrazové komory, doporučuje se provádět její kalibraci s letadlem umístěným v komoře (9 sond náhodně umístěných v pracovním prostoru, vzdálenost mezi sondami, letadlem a stěnami komory musí být větší než 1 m nebo $\lambda/4$ nejnižšího zkušební kmitočtu. Sondy se musí umístit tak, aby nebyly v hlavním laloku vyzařovací antény). Tento postup umožňuje:

- 1) ověřit, zda zatížení komory nemá vliv na uniformitu a že je možno použít statistické charakteristiky,
- 2) určit externí prostředí mnohem přesněji než v případě použití výsledků kalibrace prázdné komory, zjistit činitel zatížené komory vztahující se ke zkoušenému letadlu a
- 3) mnohem přesněji určit časové konstanty impulzních zkoušek.

12.5.3.5.2 Krok (6) – Stanovení zkušebních úrovní

Tento krok umožňuje provádět srovnání výsledků měření přenosové funkce v kroku 5 a demonstrovanou úrovní odolnosti zařízení ze zkoušek BCI nebo vyzařovaného pole z kroků 2 nebo 3. Pokud se porovnávají výsledky z měření v kroku 2, je nutno v některých případech posoudit určité rozdíly v instalaci, jako jsou např. délky kabelů, stínění, spojování a složení kabelů. Stejně požadavky se samozřejmě mohou vyskytnout i v případě systémových sestav, pokud kabeláž neodpovídá instalaci v letadle.

Pokud se v kroku 5 zjistí, že indukovaný proud v kabelu nebo úroveň intenzity pole ve vnitřním prostoru překračují úroveň odolnosti (včetně povolené bezpečnostní rezervy), pak je potřeba provést další zkoušky zařízení ve shodě s krokem 7. Stejný požadavek je nutno aplikovat v případě, že se zjistí potenciální ohrožení nebo v případě, že vzniknou pochybnosti, zda zkoušky systémové sestavy (krok 3) nebo zkoušky v EMI laboratoři (krok 2) dostatečně reprezentují instalaci v letadle. Alternativně je možno provést další práce v kroku 2 a 3. Pro snížení vnitřních úrovní rušení se mohou provést také některá opatření pro zvýšení odolnosti letadla.

12.5.3.5.3 Krok (7) – Dodatečné zkoušky zařízení vysokými úrovněmi

- a) Všeobecná ustanovení

Účelem tohoto kroku je vyhodnotit funkci jednotlivých položek zařízení instalovaných v letadle při ohrožení plnými úrovněmi. Letadlo a zkoušené zařízení musí být plně funkční. Zařízení se musí provozovat v různých režimech a jeho uspořádání musí představovat nejcitlivější případ, aby se

zajistilo, že zařízení je ověřeno odpovídajícím způsobem. Použité zkušební signály, ať už injektované nebo vyzařované se musí odpovídajícím způsobem modulovat, jak je uvedeno v článku 12.5.3.5.6.

b) Zkouška přímým proudem s vysokou úrovní

Při této metodě, je možné injektovat proudy vysokých úrovní, které představují skutečnou hrozbu, přímo do trupu letadla, za použití obdobných technik provedení jako těch, popsaných výše pro metodu LLDD (krok 5). Tuto techniku je možno použít v případě, že je znám převodní faktor měřítka. Převodní faktor měřítka se musí použít pro určení úrovní výkonu požadovaných technikou přímého proudu s vysokou úrovní. Je důležité, aby se modelováním nebo metodou LLSC provedla predikce rozložení povrchových proudů, které budou existovat pro různé polarizace a směry ozáření letadla tak, aby se mohly během této zkoušky přesně simulovat.

Technika BCI popsaná v následujícím článku umožňuje ověřit jednotlivá rozhraní zařízení postupně. Tento postup má tu výhodu, že se provádí ověřování všech rozhraní všech zařízení současně, ale současně je kmitočtově omezen pod první rezonanční kmitočet trupu, kvůli technickým obtížím se zajištěním shody rozložení povrchového proudu s rozložením, které bylo získáno ozařováním ve volném prostoru. Pokud se měřením nebo simulací prokáže dobrá shoda mezi technikou LLSC a LLDD také na vyšších kmitočtech, může se maximální použitelný kmitočet techniky LLDD posunout až na hodnotu pěti vlnových délek největšího rozměru zkoušeného předmětu.

c) Zkoušky BCI vysokou úrovní < 400 MHz

Účelem zkoušky je zjistit chování zařízení při injektáži RF proudu do jeho kabelových svazků prostřednictvím proudového transformátoru. Instalovaný systém se zkouší technikou BCI se zkušebními úrovněmi odvozenými v krocích 5 a 6. Každý svazek v systému se zkouší injektáží a měřením indukovaných proudů v tomto svazku. Jestliže se svazek větví, pak se musí ověřit každá větev, která obsahuje vodiče zkoušeného systému.

Protože vyhodnocování vlivu technikou BCI se provádí v nesymetrickém režimu, kdy se všechny vodiče letadla budí současně, může se v případě redundantních systémů požadovat injektáž do více než jednoho svazku vodičů, aby se zajistilo, zda redundantní vlastnosti neprodukují příliš optimistické výsledky.

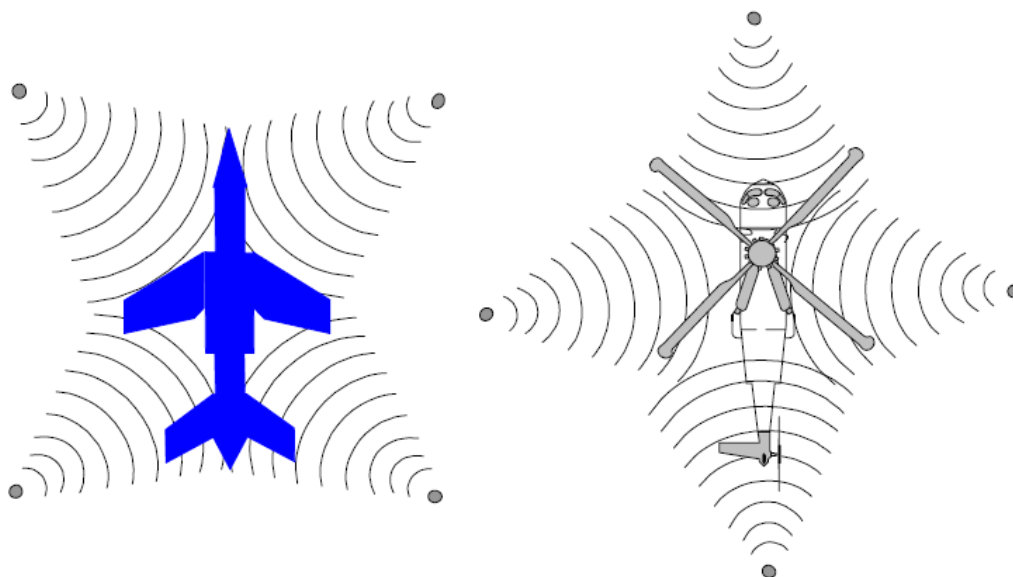
d) Zkouška ozařováním polem s vysokou intenzitou > 100 MHz

Tato zkouška se používá pro zařízení instalovaná v letadle nebo zařízení uspořádaná do reprezentativní systémové sestavy. Zařízení a jeho kabeláž se ozařuje místním RF polem s vysokou úrovní. Intenzita RF pole se určuje z úrovní získaných v kroku 5 a extrapolací na úrovně, které se budou vyskytovat v případě, že se letadlo octne v nebezpečném RF prostředí. Je nutné, aby vyzařovací anténa byla dostatečně blízko a bylo zajištěno, že během zkoušky se současně a rovnoměrně ozařuje celý objem zařízení a kabeláže o délce $\lambda/2$.

12.5.3.5.4 Krok (8) – Zkouška letadla vysokými zkušebními úrovněmi 10 kHz – 18 GHz

Tento postup závisí na schopnosti generovat vně letadla elektromagnetické pole, které se svým účinkem rovná nebezpečnému RF prostředí. Letadlo a zařízení na palubě musí být plně funkční. Zařízení musí pracovat v různých režimech a konfiguracích pro zajištění maximální citlivosti tak, že ověření zařízení je provedeno odpovídajícím způsobem. Pole se musí modulovat tak, jak je uvedeno v článku 12.5.3.5.6.

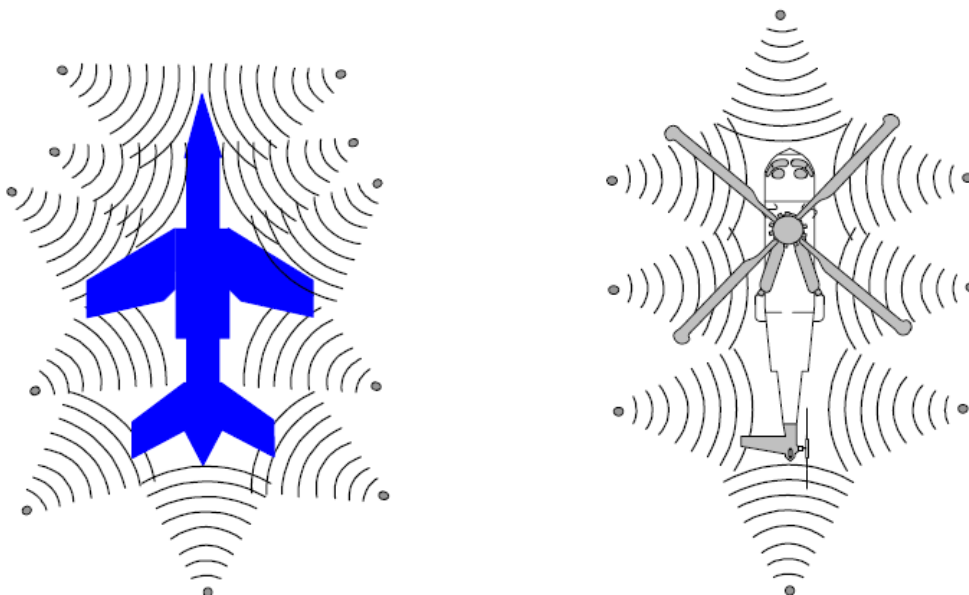
Pro kmitočty nižší než 400 MHz je ideální rovnoměrné ozáření letadla a mělo by mít prioritu tam, kde převládá rezonance trupu a kabeláže. Minimální počet pozic antén, které přicházejí do úvahy, pro kmitočty nižší než 400 MHz jsou 4 kvadranty kolem letadla. Obrázek 505-7 znázorňuje možné polohy pro letouny a vrtulníky pro zkušební kmitočty nižší než 400 MHz. Vyzařovací antény a letadlo musí být dostatečně odděleny pro zajištění rovnoměrného ozáření. Použit se musí horizontální i vertikální polarizace antén. Referenční měření intenzity pole se musí provádět uprostřed zkušebního prostoru před tím, než se do něho umístí letadlo.



OBRÁZEK 505-7 – Polohy antén pro letouny a vrtulníky < 400 MHz

Pro kmitočty vyšší než 400 MHz je praktické bodové ozařování. Prioritou v horním rozsahu kmitočtů je zajistit rovnoměrné ozáření všech bodů průniku do uzavřených prostorů zkoušeného zařízení. Různé části letadla se pak ozařují postupně z antén umístěných podél celého letadla. V obou případech by se mělo zajistit, aby nebyly zvoleny takové polohy antén, které by vystavovaly koncové části letadla silnějším polím než jsou zkušební úrovně. To by se mohlo stát u systému tam, kde je motor upevněn na křídle a při pokusu použít boční polohu ozařování trupu zkušebním polem nedaleko špičky křídla. Minimální počet pozic antén pro kmitočty nad 400 MHz jsou 4 kvadranty pro zadní a přední část letadla, kabinu a motory. Obrázek 505-8 znázorňuje možné polohy pro kmitočty vyšší než 400 MHz pro letoun a vrtulník. Ozáření otvorů horní a dolní strany letadla (např. otvory pro podvozek) je možno zajistit použitím odrazných ploch. Vzdálenost od letadla by měla být rovna nebo větší než hranice vzdáleného pole vysílací antény. Tak jak se zvětšuje vzdálenost antény,

aby mohla být ozářena zkoušená oblast šířkou vyzařovacího svazku antény, zeslabuje se intenzita pole, které musí být následně kompenzováno zvýšením výstupního výkonu vysílače (toto závisí na vybavení zkušebního pracoviště). Kmitočtový rozsah musí zajistit, že se zjistí všechny rezonanční oblasti.



OBRÁZEK 505-8 – Polohy antén pro letouny a vrtulníky > 400 MHz

12.5.3.5.5 Alternativní zkoušky vysokými úrovněmi v kmitočtovém pásmu 10 kHz až několik desítek MHz technikou přímé injektáže.

Pro letadla se v kmitočtovém pásmu 10 kHz až několik desítek MHz povolují zkoušky za použití techniky přímé injektáže uvedené v článku 12.5.3.5.1 na kmitočtech vyšších než první rezonanční kmitočet trupu, jako alternativní metoda k technice ozařování polem za podpory numerické simulace. Uspořádání zkoušky se musí optimalizovat pro indukování takových povrchových proudů, které představují nejhorší případ pro různé situace a polarizace zkušebních polí. Při zkouškách vysokými úrovněmi se musí použít jako zpětný vodič kovové mřížky, pro zajištění poměru ekvivalentní úrovně pole a dostupného výkonu. Numerický model zkušební sestavy se musí ověřit měřeními povrchových proudů.

Pokud se napájení provádí pozemní napájecí jednotkou (GPU), musí se samotná napájecí jednotka a její kabeláž spojená s letadlem izolovat od země. Je třeba si uvědomit, že také pneumatiky podvozku se musí izolovat od zemní plochy z důvodu regulace cesty proudu v trupu a při extrémním zatížení.

12.5.3.5.5.1 Alternativní zkoušky vysokými úrovněmi za použití odrazové komory v kmitočtovém pásmu 30 MHz až 18 GHz

Jako alternativní k technice ozařování polem se může v kmitočtovém pásmu 30 MHz až 18 GHz použít také laděná odrazová komora s postupem uvedeným v krocích b) a c) článku 12.5.3.5.1. Pro zkoušky vysokými úrovněmi nabízí odrazová komora lepší

poměr mezi dosaženou úrovní pole a použitým zkušebním výkonem a plné ozáření letadla ze všech stran. Dále se v laděném režimu projeví všechny vazební cesty.

12.5.3.5.6 Modulace

Při všech zkouškách kmitočtové oblasti v krocích 7 a 8 se musí RF signál modulovat odpovídajícím druhem modulace. Normálně se aplikují různé modulační kmitočty v závislosti na vnitřních pracovních kmitočtech zkoušených systémů. Následující druhy modulací jsou pokusem o definování základních modulací:

10 kHz – 400 MHz 1 kHz, obdélníkový tvar, hloubka modulace > 90 %.

Netlumená vlna (CW). Vrcholová hodnota zkušebního signálu pro oba typy modulace musí splňovat požadavky odvozené z vrcholových a středních úrovní prostředí.

400 MHz – 18 GHz 1 kHz, impulzní modulace, hloubka modulace nejméně 90 %. Šířka impulzů musí být stejně velká jako v očekávaném prostředí. Obvykle se používá šířka 1 až 10 μ s. Vrcholová hodnota zkušebního signálu musí splnit požadavky odvozené z vrcholových úrovní prostředí.

1 kHz, obdélníkový tvar, hloubka modulace > 90 %. Vrcholová hodnota zkušebního signálu musí splnit požadavky odvozené ze střední hodnoty úrovně prostředí.

Netlumená vlna (CW). Vrcholová hodnota zkušebního signálu musí splnit požadavky odvozené ze středních hodnot úrovní prostředí.

Je třeba uvažovat zapínání a vypínání signálu rychlostí 1 Hz až 3 Hz se střídou 1 : 1 pro zkoušená zařízení s odezvou na nízké kmitočty (např. zařízení pro řízení letového provozu). Při použití modulace 1 Hz až 3 Hz, se ujistěte, že rozmitání nebo krokování kmitočtu se provádí během periody, kdy je modulace vypnuta.

Při rozhodování, kterou modulaci použít se musí vzít do úvahy doba odezvy celého systému, aby se zajistilo, že kmitočet modulace je nižší než mezní kmitočet zkoušeného systému.

12.5.3.6 Zkoušky letadla (kroky 5 – 8) – Zkoušky v časové oblasti, NEMP

Ve světě se ke zpracovávání posudků NEMP letadel používá několik zkušebních metod, jmenovitě:

- a) Simulované zkoušky typu "úplné ohrožení" je preferovaná metoda pro ověření odolnosti proti účinkům NEMP. Tato zkouška se musí použít tam, kde je to možné. Vyžaduje umístění letadla do velkých simulátorů, které produkují impulzy tak blízko ohrožení letadla jak jen je možné sestrojít, s ohledem na velikost simulátoru a na problémy se získáním správných tvarů zkušebních signálů. Protože úkolem je vytvořit v simulátoru rušivý signál během práce se zkoušeným zařízením uvnitř letadla, je to nepraktické. V současnosti nejsou dostupné simulátory schopné fakticky vytvořit nebezpečné rušení kolem celého letadla. Simulátory musí být schopny pokrýt veškeré polarizační a ozařovací úhly. Často největší vazba do letadla nastane pro horizontální polarizaci, kdy je letadlo ozařováno ze strany nebo zezadu, což je v rozporu s úhly

obvyklými pro maximální intenzitu pole simulátoru, které přichází přímo shora.

- b) Pokud není možno provést zkoušku typu „úplné ohrožení“, může se použít zkouška impulzy „nízké úrovně“. Toto je méně nákladná metoda a je také jednodušší vytvořit požadovaný tvar signálu. Nicméně, amplituda má nízkou úroveň. Extrapolace zkoušek s nízkou úrovní na zkoušku pro plné ohrožení je možná pouze v případě lineárních vlivů. Tato metoda nepokrývá nelineární vlivy.
- c) Další zkouška, která se může použít pro „úplné ohrožení“ je zkouška netlumenou vlnou (CW). Letadlo se ozařuje kmitočtově rozmítaným netlumeným RF signálem (LLSC) nebo se injektují proudy (LLDD) nízké úrovně, vazební CW signál, volné pole nebo se injektuje výkon a měří se úrovně a fáze odezvy na vodičích letadla. Pokud není možno provádět měření fáze, musí se pro určení úrovní v časové oblasti použít algoritmus minimální fáze (MPA). Pokud jsou k dispozici údaje o úrovni i fázi je možno odezvy v časové oblasti získat inverzní Fourierovou transformací. Protože se v tomto případě provádí ověření v celé kmitočtové oblasti, lze pak snadno předvídat vazbu libovolného ohrožení do kabeláže letadla v časové oblasti. I v případě této metody se mohou vyskytnout problémy při nelineárních vlivech elektronických zařízení zkoušeného předmětu.

Ve všech výše uvedených metodách se musí veškeré naměřené proudy extrapolovat na ty, které by se vytvořily při použití metody úplného ohrožení nebo pomocí injektážních technik používaných pro injektáž předepsaných proudů přímo do kabeláže technikou injektáže proudu do kabelových svazků (BCI).

12.5.3.6.1 Krok (5) – Posouzení vazebních mechanismů

Alternativní postup s malými náklady pro úplné ozáření letadla signálem NEMP je použití přenosové funkce určené pro RF zkoušky metodou LLSC, jak je popsáno v krocích b) a c) článku 12.5.3.5.1. Z této přenosové funkce se může vhodnými algoritmy odvodit odezva kabelových svazků v časové oblasti pro jakýkoliv tvar rušivého signálu, pokud se zajistilo měření přenosové funkce v dostatečně širokém kmitočtovém pásmu.

12.5.3.6.2 Krok (6) – Stanovení zkušebních úrovní

Výsledky metody LLSC se mohou použít pro určení proudů, které se vytvoří v kabelovém svazku, když se letadlo vystaví ohrožujícímu prostředí a vhodnými algoritmy zpracování signálů se mohou převést do časové oblasti. Převod mezi časovou a kmitočtovou oblastí umožňuje matematická konvoluce časové oblasti a použití Fourierovy transformace. Tvar signálu a amplituda proudů indukovaných do kabeláže letadla během vystavení ohrožení v časové oblasti se bude podstatně měnit se změnami polarizace, ozařovacího úhlu a konfigurace letadla. Mezi důležitými faktory jsou změny kmitočtu dominantní rezonance a změny ve vztahu fáze mezi jednotlivými součástmi. Následkem toho, neexistuje žádný typický indukovaný tvar signálu na dílčím kabelovém svazku pro daný tvar signálu.

Metoda kroku 6 pro NEMP je v podstatě stejná jako RF zkoušky v článku 12.5.3.5.2. Známé úrovně odolnosti zařízení se porovnávají s výsledky při určení přenosové

funkce. Protože při zkoušce se bude používat průběh (např. tlumená sinusoida), který není identický s tím, který se získal při měření přenosové funkce, požaduje se posouzení, zda je zkouška zařízení pro ověření požadované odolnosti vhodná. Pokud se ukáže, že jsou pro ověření charakteristik zařízení nutné další zkoušky, pak je možno jako dobrou náhradu použít krok 7.

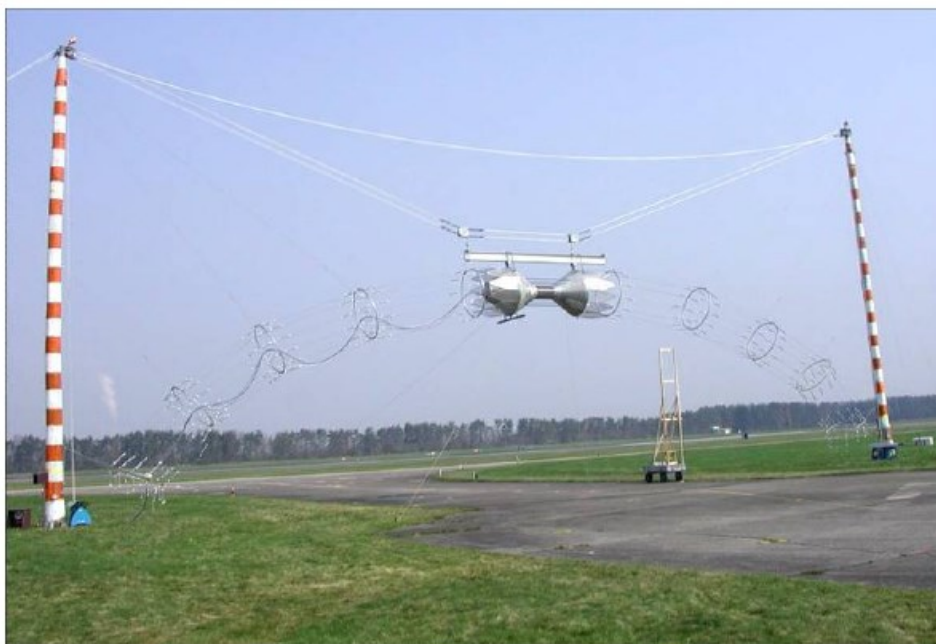
12.5.3.6.3 Krok (7) – Další zkoušky zařízení vysokými úrovněmi

Běžný postup k provedení dalších zkoušek je použití metody přímé injektaže proudů (BCI) popsané v kroku c) článku 12.5.3.5.3 pro RF zkoušky. Základní rozdíl je v tom, že postup je vhodný pro vytvoření průběhů v časové oblasti, které jsou odvozené z přenosových funkcí. V závislosti na požadovaném výkonu se může pro vytvoření průběhu použít odpovídající generátor ve spojení s vhodným zesilovačem. Alternativně se může pro určení zkušební kmitočtu a amplitudy tlumené sinusovky použít předem získaný rušivý proud pro nejhorší případ a rezonanční kmitočet určený v kroku 6. Tuto zkoušku je možno použít v případě, že je zařízení umístěno v letadle nebo na reprezentativní systémové sestavě.

12.5.3.6.4 Krok (8) – Zkouška celého letadla v simulátoru.

Obrázky 505-9 a 505-10 znázorňují typické provedení simulátorů NEMP s horizontální a vertikální polarizací. Letadlo se umístí vespod (u simulátoru s horizontální) nebo na jedné straně (u simulátoru s vertikální polarizací) a ozařuje se zkušebním signálem z co nejmenší vzdálenosti. Další simulátory „úplného ohrožení“ NEMP představují otevřený vlnovod, který obecně poskytuje vertikálně polarizované elektromagnetické pole a relativně homogenní zkušební prostor. Zkoušené systémy jsou během zkoušky v činnosti. Během zkoušky se měří indukované proudy, napětí a také tvar zkušební pole. Jakékoliv nedostatky ve tvaru signálu se musí opravit přímým zavedením extrapolovaných rušivých proudů do kabeláže letadla. U některých zkušebních programů se tyto simulátory používají pouze pro určení přenosových funkcí, pokud se provedly zkoušky zařízení pro identifikaci potenciálního rušení nebo provozních chyb. Důležité je, aby simulátor produkoval požadovaný počet impulzů pro odpovídající vyhodnocení provozu zkoušeného zařízení

Pro minimalizaci vlivu země na vazbu do letadla se musí letadlo umístit na nevodivý podstavec. To může znemožnit, aby byly motory v chodu, což je nezbytné nejen pro kontrolu jejich správné činnosti, ale také k zajištění odpovídající činnosti systémů v moderním letadle, kde během letu existuje jejich významná interakce.



OBRÁZEK 505-9 – Simulátor NEMP s horizontální polarizací



OBRÁZEK 505-10 – Simulátor NEMP s vertikální polarizací

12.5.3.7 Zkoušky letadla – Zkoušky v časové oblasti, blesk

12.5.3.7.1 Všeobecná ustanovení

Tento dokument popisuje pouze nepřímé účinky blesku, což odpovídá elektrickým přechodovým jevům způsobeným elektromagnetickým polem produkovaným bleskem. V současnosti není k dispozici žádný dokument STANAG který by zahrnoval ověření odolnosti proti přímému úderu bleskového kanálu do struktury letadla.

Blesk musí být do jisté míry pojat odlišně od ostatních druhů ohrožení, protože mechanismus vazby je jiný. Největší ohrožení výbojem je to, které je způsobeno, když blesk přímo zasáhne trup letadla, který pak slouží jako část cesty výboje. Měření vazby ve volném prostoru popsané pro RF ohrožení a NEMP proto neplatí. Zkoušky s úplným ohrožením jsou také poněkud nepraktické. Techniky používané pro udělování způsobilosti vůči blesku, které se běžně používají, jsou soustředěné kolem technik s přímou injektáží používající systém zpětných (ochranných) vodičů kolem letadla. Proud se pak zavádějí přímo do trupu letadla od 1 kA až do plného ohrožení (200 kA) s využitím složeného zkušební signálu reprezentujícího hlavní složky časového průběhu výboje (proudová složka A).

Základní otázkou je, zda je nutno používat při zkoušce zkušební úrovně, které vytvářejí úplnou hrozbu, nebo je výhodnější použít nižší úrovně. Ve zdůvodnění může mít podporu zkouška nízkými i vysokými úrovněmi. Použití nízkých úrovní je v mnoha případech konzervativnější přístup. Oba způsoby mohou mít technickou podporu. Zkoušky při použití nízkých úrovní se užívají mnohem častěji. Některé důvody jsou následující:

- a) Přerozdělení proudů v důsledku povrchových přeskoků (výbojů) nebo jiných nelinearit, které se objevují u velkých proudů v konstrukci trupu.
- b) Zařízení může být chráněno nelineárními polovodičovými součástkami, které mění charakter proudů v kabelových svazcích zařízení v závislosti na úrovních, kterým jsou vystaveny.
- c) Při zkoušce používané násobné impulsy s vysokými úrovněmi mohou ve zkoušeném letadle vytvořit skryté mechanismy poškození, které se mohou projevit později při provozu.

12.5.3.7.2 Kroky (5) až (7) – Posouzení vazebních mechanismů / cesty zkušebních signálů s vysokými úrovněmi

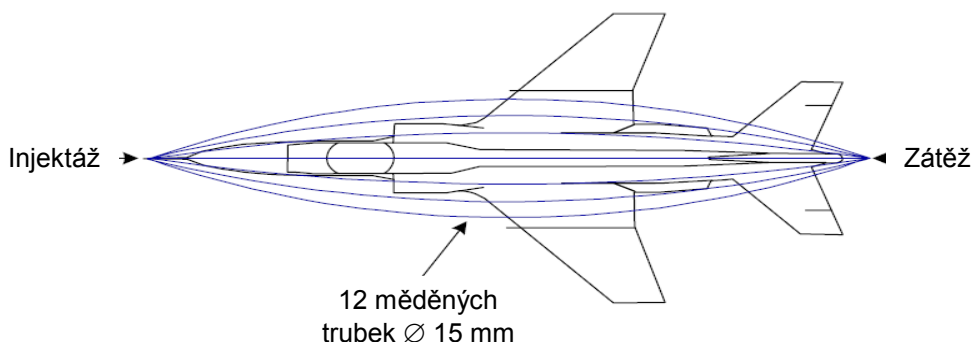
Pro posouzení za použití nízkých úrovní je možno použít metodu popsanou v krocích 5 až 7. Při použití nízkých zkušebních úrovní se někdy používá zemní plocha, která je vidět na obrázku 505-4. I když se upřednostňuje uspořádání zpětného vodiče uvedeného na obrázku 505-11 a popsaného v kroku 8, který zajišťuje mnohem lepší rozložení proudů, může se použít injektáž LLSC proudu 10 A do trupu v kmitočtovém pásmu 100 Hz až 100 MHz nebo průběhy v časové oblasti s nízkou úrovní. Měří se proudy indukované v různých kabelových svazcích, které se normalizují vzhledem k průběhům blesku za použití Fourierovy transformace a konvolučních technik pro LLSC, nebo se jednoduše normalizují pro časovou oblast. V některých případech se měří napětí na kontaktech elektrických rozhraní zařízení. Pokud není demonstrována odolnost zařízení dostatečná, pak je možno použít injektáž normalizovaného proudu přímo do kabelového svazku v letadle za použití techniky BCI prostřednictvím proudové sondy nebo injektáž mezi kryt zařízení a zem v závislosti na požadovaném injektovaném průběhu.

12.5.3.7.3 Krok (8) – Zkoušky letadla signálem s vysokou úrovní

V tomto odstavci se popisují zkoušky nepřímých účinků blesku na celé letadlo (signálem s vysokou nebo nízkou úrovní), které se mohou provádět injektáží proudu do trupu letadla. Toho je možné dosáhnout umístěním letadla jako středního vodiče v koaxiálním přenosovém vedení. Ideální by bylo, kdyby zakončení vedení bylo

stejně jako v samotném kanálu blesku. Toto ovšem vyžaduje velký a velmi silný impulzní generátor. Tak jak vzniká dominantní vazba průchodem proudu trupem letadla, je ukončení vedení provedeno tak, aby vyhovovalo požadavkům impulzního generátoru na vytvoření silných proudů s požadovaným časovým průběhem. Vnější vodič (stínění) koaxiálního vedení je tvořen vodiči ve tvaru hliníkových plátů nebo měděných trubek umístěnými podél vybrané cesty výboje, např. od přední k zadní části letadla nebo od přední části ke konci křídla, kopírující obrys siločar magnetického pole. Zvolená siločára tvoří kompromis mezi nutností udržet vodiče dostatečně daleko od trupu letadla, aby se předešlo přeskoku výboje a nutností udržet charakteristickou impedanci celého uspořádání tak, aby byla ještě únosná pro použitý impulzní generátor.

Výhodou použití trubek je, že kabeláž zkušebního zařízení může být vedena uvnitř a přispívat tak k nerušenému elektromagnetickému prostředí. Návrh uspořádání je znázorněn na obrázku 505-11.



OBRÁZEK 505-11 – Návrh soustavy vnějších vodičů

Část letadla, která bude obklopena koaxiálními vnějšími vodiči (pláštěm), závisí na cestě proudu mezi pravděpodobným bodem vstupu blesku a umístěním zařízení a svazků kabelů podél cesty proudu. Běžné konfigurace jsou přední část – konec svislé ocasní plochy nebo konec křídla pro letoun a přední část – rotor vrtule nebo osa hlavního rotoru vrtulníku.

Impulzní generátor pro tuto zkoušku je obvykle tvořen výbojem kondenzátoru, často se používá vysokoenergetické uspořádání "Marx" s proměnným tlumením signálu, jejichž využití závisí do jisté míry na materiálech použitých při konstrukci trupu letadla. V ideálním případě se používá průběh dvojitě exponenciály, který představuje proudovou složku A, popsanou v [1]. Někdy není možno tento průběh vytvořit a musí se použít alternativní průběhy. Pro dobře pospojovaný trup letadla vyrobený z dobře vodivých materiálů bude vazba způsobena hlavně pronikáním pole štěrbinami a dostatečného odzkoušení může být dosaženo použitím buď tlumené sinusoidy, nebo krátkým dvojitým exponenciálním impulzem, který zabezpečí oba požadavky, pokud má požadovanou náběžnou hranu. Když je trup vyroben ze špatně vodivých materiálů např. z uhlíkových vláken, pak se musí použít dvojitý exponenciální časový průběh s dlouhou sestupnou hranou. V obou případech se musí odezvy kabeláže extrapolovat pro úplné ohrožení tak, aby dávaly správné vrcholové proudy, napětí a časové průběhy.

12.5.4 Zkoušky elektromagnetické kompatibility (EMC) uvnitř systému

Požadavky EMC uvnitř systému jsou určeny k ověření, že různá zařízení umístěná na palubě letadla jsou mezi sebou elektromagneticky kompatibilní. Ověření EMC uvnitř systému zkouškami a za pomoci analýz, je nejzákladnější prvek při dokazování, že úsilí vynaložené na návrh E3 bylo úspěšné.

I když analýza je základním prvkem v prvních krocích návrhu nebo úprav systému, zkouška je vždy nejpřesnější cestou ke zjištění, že provedený návrh požadavky EMC uvnitř systému splňuje. Pro zkoušky uvnitř systému je nejvhodnější semianechoická komora, která jednak minimalizuje odrazy a okolní rušení, které může snižovat přesnost měření a jednak se zde mohou provozovat bojové nebo utajované provozní režimy.

Následující položky poskytují návod pro zkoušky EMC uvnitř systému:

- a) Dvojice potenciálních zdrojů rušení a obětí se musí systematicky vyhodnotit zkouškami palubních podsystémů a zařízení v různých provozních režimech a funkcích, zatímco zbývající položky se monitorují, zda nedochází k poruchám.
- b) Musí se vytvořit přehled kmitočtů pro ověření vysílačů a přijímačů s připojenými anténami. Tento přehled musí obsahovat:
 - 1) Předpokládané ovlivňování mezi vysílači a přijímači harmonickými složkami, intermodulačními produkty, rušivými signály (jako jsou zrcadlové kmitočty) a křížové modulace. Akceptování konkrétní odezvy na jednotlivé typy rušení závisí na systému.
 - 2) Posouzení vysílačů a přijímačů v celém jejich provozním pásmu včetně nouzových kmitočtů.
 - 3) Posouzení elektromagnetických emisí a susceptibility vzhledem k jednotlivým podsystémům.
- c) Musí se prokázat bezpečné meze pro výbušné a další relevantní podsystémy.
- d) Musí se provést posouzení odezvy systému na provozní EM pole nalezené v laboratoři (tj. posouzení odezvy získané při zkouškách na zemi v režimu letu).
- e) Zkoušky se musí provádět v prostoru, kde elektromagnetické prostředí neovlivňuje správnost výsledků zkoušek. Největším problémem prostředí je obvykle hustota kmitočtového spektra, která může mít významný vliv na vyhodnocení provozu přijímačů připojených k anténám s ohledem na vyzařované rušení z jiných zařízení umístěných v systému.
- f) Zkoušený systém musí obsahovat veškerý relevantní hardware, jako jsou zbraně, zásobníky, provizorní zařízení (položky instalované do systému uživatelem) a pomocná zařízení.
- g) Musí se ověřit, že veškeré vnější napájecí zdroje mají odpovídající parametry, kvalitu a odpovídají požadavkům.

Provozní zkoušky systémů často začínají před tím, než se provádějí zkoušky elektromagnetické kompatibility uvnitř systému. Také systém, který se používá

pro prvotní funkční zkoušky, je zřídka v takovém stavu, v jakém se bude vyrábět. Systém většinou obsahuje diagnostické prvky a postrádá některé výrobní elektronické prvky. Tyto zkoušky musí obsahovat buzení a vyhodnocení všech funkcí, které je možno bezpečně provozovat. Je podstatné, aby se zkoušky bezpečnosti při letu provedly ještě před prvním letem a dalšími lety, kdy se provedly zásadní změny elektrických a elektronických zařízení.

Běžným postupem při ověřování EMC uvnitř systému je použití diagnostických zařízení během zkoušky. Nejběžnější přístup je monitorování provozu podsystémů vizuálním způsobem nebo sluchem. Obvykle není vhodné upravovat kabeláž nebo dodávat další elektronická monitorovací zařízení pro kontrolu signálů, protože tyto zásahy mohou změnit chování a odezvy podsystémů, případně přidat další vazební cesty. I když v některých případech je monitorovací zařízení nezbytné. Demonstrace bezpečnostních mezí běžně vyžaduje různé druhy monitorování. Např. zařízení s elektronickým rozněcováním vyžaduje při posuzování bezpečnostních mezí monitorování funkce.

Některé přijímače spojené s anténou, jako jsou přistávací bojové systémy a identifikační zařízení (FOF), vyžadují ke správné funkci základní vstupní signály (aby bylo možno nastavit požadovanou úroveň provozu) pro hodnocení nesprávné funkce. Další zařízení, která emitují energii a vyhodnocují zpětný signál, jako jsou radiolokátory a radiolokátorové výškoměry, potřebují ke své činnosti skutečný odražený signál, aby bylo možno jejich funkci ověřit.

Pro správné vyhodnocení je třeba přijímače spojené s anténami prověřit v celém pracovním kmitočtovém pásmu. V minulosti bylo běžným postupem zkoušet pouze několik kanálů a konstatovat, že zde nedochází k rušení. Tento postup nebyl v minulosti správný, když se vyskytovalo mnoho potenciálních širokopásmových zdrojů rušení, jako např. kartáčové motory. V současné době se vyskytují z větší části úzkopásmové zdroje rušení, jako jsou např. hodinové signály mikroprocesorů a spínané zdroje, které mohou způsobit nesprávnou funkci přijímačů. Je tedy běžným postupem při zkouškách elektromagnetické kompatibility uvnitř systému monitorovat všechny anténní výstupy spektrálním analyzátozem. Analýza přijímaných signálů je nutná pro určení možného zhoršení funkce přijímače.

13 KATEGORIE 506 – ZKOUŠKY NÁMOŘNÍCH PLATFOREM A SYSTÉMŮ

13.1 Související dokumenty

- [1] AECTP-501 EQUIPMENT & SUB SYSTÉM EMI TESTING
Zkoušky vlivů elektrického/ elektromagnetického prostředí zařízení a podsystémů
- [2] STANAG 1008 CHARACTERISTICS OF SHIPBOARD ELECTRICAL POWER SYSTEMS IN WARSHIPS OF THE NORTH ATLANTIC TREATY NAVIES
Charakteristiky palubních zdrojů elektrické energie na lodích vojenského námořnictva NATO
- [3] AECTP-258 RADIO FREQUENCY ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTS
Podmínky elektrického a elektromagnetického prostředí – část 258 Elektromagnetické prostředí RF kmitočtů
- [4] STANAG 4145 NUCLEAR SURVIVABILITY CRITERIA FOR ARMED FORCES MATERIEL AND INSTALLATIONS – AEP-4
Kritéria odolnosti vojenského materiálu a zařízení vůči účinkům jaderného výbuchu - AEP-4
- [5] AECTP-254 ATMOSPHERIC ELECTRICITY AND LIGHTING
Podmínky elektrického a elektromagnetického prostředí – Část 254 Atmosférická elektřina a blesk
- [6] STANAG 2345 MILITARY WORKPLACES – FORCE HEALTH PROTECTION REGARDING PERSONNEL EXPOSURE TO ELECTRIC, MAGNETIC, AND ELECTROMAGNETIC FIELDS, 0 HZ TO 300 GHZ
Vojenská pracoviště – ochrana zdraví u jednotek související s vystavením personálu působení elektrických, magnetických a elektromagnetických polí od 0 Hz do 300 GHz
- [7] ICNIRP GUIDELINES INTERNATIONAL COMMISSION ON NON IONISING RADIATION PROTECTION (ICNIRP) GUIDELINES FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME VARYING ELECTRIC, MAGNETIC AND ELECTROMAGNETIC FIELDS UP TO 300 GHZ
Návody mezinárodní komise o ochraně před neionizujícím zářením (ICNIRP) Návod pro omezení expozice časově proměnných elektrických, magnetických a elektromagnetických polí do 300 GHz
- [8] AECTP-508/3 HAZARDS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION TO ORDNANCE TEST PROCEDURE
Zkoušky vlivů elektrického/elektromagnetického prostředí – Část 3 Zkušební postupy pro nebezpečné vyzařování

z hlediska výzbroje (HERO)

- [9] AECP-2 (C) NATO NAVAL RADIO AND RADAR RADIATION HAZARDS MANUAL
Příručka vojenského námořnictva NATO k nebezpečí z rádiového a radiolokačního vyzařování
- [10] MIL-STD 464 ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL EFFECTS REQUIREMENTS FOR SYSTEMS
Účinky elektromagnetického prostředí – Požadavky na systémy
- [11] MIL-STD-1310G SHIPBOARD BONDING, GROUNDING, AND OTHER TECHNIQUES FOR ELECTROMAGNETIC COMPABILITY, ELECTROMAGNETIC PULSE (EMP) MITIGATION, AND SAFETY
Standardní praxe pro spojování, kostření a další techniky elektromagnetické kompatibility a bezpečnosti plavidel

13.2 Zkratky

V této kategorii se používají následující zkratky:

Zkratka	Název v originálu	Český název
AM	Amplitude Modulation	amplitudová modulace
CW	Continuous Wave	netlumená vlna
ČTÚ	-	Český telekomunikační úřad
ECM	Electronic Counter Measures	elektronická protiopatření
EED	Electro Explosive Device	elektricky rozněcovatelný prostředek
EID	Electrically Initiated Device	elektricky rozněcovatelné zařízení
EM	Electromagnetic	elektromagnetický
EMC	Electromagnetic Compatibility	elektromagnetická kompatibilita
EMCON	Emission Control	regulace emise
EME	Electromagnetic Environment	elektromagnetické prostředí
EMI	Electromagnetic Interference	elektromagnetické rušení
EMP	Electromagnetic Pulse	elektromagnetický impulz
EUT	Equipment Under Test	zkoušené zařízení
EW	Electronic Warfare	elektronický boj
FCC	Federal Communication Commission	Federální komise pro komunikaci
FSK	Frequency Shift Keying	klíčování kmitočtového posunu
HERF	Hazards of Electromagnetic	nebezpečné elektromagnetické

Zkratka	Název v originálu	Český název
	Radiation to Fuels	vyzařování z hlediska paliva.
HERP	Hazards of Electromagnetic Radiation to Personnel	nebezpečné elektromagnetické vyzařování z hlediska osob
HK	Hard Kill	zbraně určené k ničení
IF	Intermediate Frequency	mezifrekvenční kmitočet
ITU	International Telecommunication Union	Mezinárodní telekomunikační unie
LEMP	Lightning Electromagnetic Pulse	elektromagnetický impulz blesku
LF	Low Frequency	nízký kmitočet
LNA	Low Noise Amplifier	nízkošumový předzesilovač
MAE	Maximum Allowable Environment	maximální povolené prostředí
MF	Medium Frequency	střední kmitočet
NEMP	Nuclear Electromagnetic Pulse	jaderný elektromagnetický impulz
NTIA	National Telecommunications and Information Administration	Národní telekomunikační a informační správa
PRF	Pulse Repetition Frequency	opakovací kmitočet impulzů
RADHAZ	Radiation Hazard	nebezpečné elektromagnetické vyzařování
RF	Radio Frequency	rádiový kmitočet
RFID	Radio Frequency Identification Device	zařízení pro rádiovou identifikaci
RWB	Resolution Bandwidth	rozlišovací šířka pásma
SAT	Sea Acceptance Tests	zkoušky pro přejímku
SCES	Safety Critical Electronic Systems	elektronický systém důležitý z hlediska bezpečnosti
SHF	Super High Frequency	super vysoký kmitočet
SK	Soft Kill	klamné cíle
SSB	Single Sideband	jedno postranní pásmo
UHF	Ultra High Frequency	ultra vysoký kmitočet
VHF	Very High Frequency	velmi vysoký kmitočet
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio	poměr stojatých napěťových vln

13.3 Cíl

Cílem této kategorie je charakterizovat a vyhodnocovat elektromagnetické parametry námořních platform a systémů provedením použitelných zkoušek a ověření

v elektromagnetickém prostředí, ve kterém musí zařízení spolehlivě pracovat. Toto je nutné z následujících důvodů:

- a) Elektromagnetická susceptibilita lodě se uvažuje jako integrovaný systém včetně zbraňových, komunikačních a jiných systémů umístěných na platformě. Tyto informace jsou nutné pro konstrukci lodě, kdy se EMI uvažuje jako jeden z provozních požadavků.
- b) Optimalizace operací NATO pro minimalizaci EMI mezi jednotlivými plavidly.
- c) Zajištění vlastní kompatibility a kompatibility s prostředím pro všechny instalovaná elektrická/elektronická zařízení a systémy, včetně nově instalovaných.

13.4 Použitelnost

Kategorie poskytuje návod, specifické požadavky a podrobné postupy pro zkoušky vedené elektromagnetické interference (EMI) celých plavidel NATO a malých lodí.

Zkoušky EMI charakterizují elektromagnetické (EM) vlastnosti nově konstruovaných a opravovaných plavidel, u nichž se provádí zásadní modernizace, která mění elektromagnetické prostředí.

Uvažovaná elektromagnetická kompatibilita (EMC) a provoz se musí zaměřovat na EM chování lodi jako celku.

Informace o EMI susceptibilitě platformy a systému se požaduje pro správu spektra a bezpečnostní postupy.

13.5 Všeobecné požadavky

EM charakteristika plavidel vyžaduje analýzu a zkoušky, pro získání informací o susceptibilitě a emisích lodního zařízení, systémech a celé lodní platformy.

Pracovní program EMI/EMC musí obsahovat následující zkušební výsledky úrovní zařízení AECTP-501 [1], pro určení susceptibility a emisí zařízení, která se budou instalovat do lodě. V oblastech, kde platí zvláštní ustanovení a na hranicích této oblasti se používají vhodná opatření, se mohou také záměrně používat komerčně vyráběná zařízení (COTS) určená pro použití v prostředí lehkého průmyslu. Tato opatření jsou uvedena v článku 13.7. Vhodné úrovně musí určit konstrukční organizace.

Odkazy na hodnocení rizik použití zařízení COTS a použití ve vojenském (námořním) prostředí je možno najít v příloze A kategorie 500.

Je například možné z odolnit susceptibilní zařízení proti EMI zabudováním krytu, který zařízení ochrání před vlivy EM prostředí na palubě lodi. Dalšími opatřeními jsou použití stínění napájecích zdrojů a příslušné kabeláže.

Důležité jsou následující informace:

13.5.1 Informace o emisích

- a) Kmitočty a intenzity EM pole vyzařované ze zařízení.
- b) Kmitočty a úrovně proudů nebo napětí vedených emisí EMI ze zařízení.

- c) Intenzity pole generované komunikačními a radiolokátorovými anténami.
- d) Intenzity pole generované zařízeními v jiných oblastech, na palubě i v podpalubí.
- e) Proudové indukované v kabelech procházejících mezi palubami, jako důsledek vedených nebo vyzařovaných emisí.

13.5.2 Informace o susceptibilitě

- a) Kmitočty a intenzity pole, při kterých se projevuje susceptibilita v případě vystavení vyzařovanému EM poli včetně prahů susceptibilita.
- b) Kmitočty a intenzity pole, při kterých se projevuje susceptibilita v případě vystavení vedeným emisím EMI.
- c) Susceptibilita na špičky nebo přechodové jevy způsobené vyzařovanými emisemi (NEMP, LEMP atd.) nebo vedenými emisemi (napětové špičky atd.) při dosažení vrcholových hodnot.

Ostatní užitečné informace včetně národních norem pro správu kmitočtového spektra nebo procesu přidělování kmitočtů pro provoz vysílačů. Tyto informace jsou nutné pro:

- a) Vyhodnocení návrhu EMC.
- b) Konečné modelování a vyhodnocování návrhu.
- c) Odolnost proti elektromagnetickému impulzu (EMP).
- d) Určení nebezpečných zón z hlediska ochrany proti úrazu elektrickým proudem RADHAZ (HERP, HERF, HERO).
- e) Určení snížení citlivosti antén přijímačů.
- f) Instalační kritéria a pravidla.
- g) Správu kmitočtového spektra.
- h) Parametry Hard Kill a Soft Kill (HK/SK).

Zkoušky plavidel se musí provádět podle nového lodního dokumentu Sea Acceptance Tests - Zkoušky pro přejímku (SAT). Některé zkoušky je možno zvolit pro kontrolu EM charakteristik plavidel během jejich životnosti a při instalaci nových zařízení.

Městská zástavba může omezovat vyzařování výkonových systémů včetně HF komunikačních zařízení (> 500 W) a radiolokátorů (> 1 000 W). Zkoušky lodních vysílačů musí být v souladu s místní správou kmitočtového spektra a při dodržování obecných pravidel zkoušky.

13.5.2.1 Zkušební podmínky

Pro zajištění platnosti a opakovatelnosti zkoušky se vyžadují správné zkušební podmínky včetně vhodného elektromagnetického pozadí.

- a) Umístění plavidla
 - 1) Žádné jeřáby nesmí být blíže než 50 m.

- 2) Všechny jeřáby ve vzdálenosti přibližně 50 m až 75 m musí mít sklopená ramena.
 - 3) V blízkosti plavidla nesmí být žádné kovové plochy jako lanoví nebo lešení.
 - 4) V sousedství zkoušeného plavidla nesmí být žádné jiné plavidlo.
- b) Plán pro regulaci emisí (EMCON).
 - c) Pro vizuální kontrolu se může vyžadovat pozorovatelná.
 - d) Dodržování všech bezpečnostních pokynů při vysílání a dalších nebezpečných zkoušek.
 - e) Provozní situace na palubě.
 - f) Příspěvek pohonných jednotek plavidla při skutečných zkouškách a provozu zkoušených systémů.
 - g) Komunikace v průběhu zkoušek nesmí ovlivňovat zkoušku.

13.5.2.2 Zkoušky EM charakteristik

Při zkouškách je nutno plánovat a koordinovat všechny zúčastněné osoby pro zajištění optimálního využití doku a času při zkušební plavbě.

Zkušební/průzkumný plán vyžaduje seznam specifických zařízení, který musí obsahovat identifikační číslo, umístění, pracovní kmitočty a provozní režimy při zkoušce. Zkoušené zařízení a monitorovací pozice se musí určit stejně, jako doba pozorování pro získání celkového přehledu.

Po skončení zkoušek se musí vytvořit zkušební/průzkumný protokol; viz článek 13.6.12. Zkušební/průzkumný protokol musí obsahovat následující informace:

- a) Zkušební údaje a souhrn výsledků zkoušky, pokud je to nutné z hlediska přehlednosti, v grafické podobě.
- b) Závěry a doporučení.
- c) Důsledek a nebezpečnost jakékoliv zjištěné interference.
- d) Opatření pro snížení nebo regulaci rušení.
- e) Předpokládané personální a materiální požadavky pro doporučené změny a vliv na provoz plavidla.
- f) Odpovědnost za dodatečné práce nebo požadovaný materiál; viz článek 13.6.15.

13.6 Zkoušky E3 a ověřovací program

Před provedením skutečných zkoušek a ověřovacího programu je třeba vykonat kontrolu instalace kabeláže, zda odpovídá požadavkům EMC a ověření funkčnosti všech zařízení pro zajištění úspěšného provedení zkušebního programu.

Pro určení celkových elektromagnetických charakteristik plavidla, je třeba E3 zkušební a ověřovací program zaměřit na následující položky:

- a) Kvalita střídavého a stejnosměrného napájení.

- b) Úroveň elektromagnetického pozadí.
- c) Intenzitu pole uvnitř a vně trupu plavidla.
- d) Interference všech vysílačů a přijímačů na palubě.
- e) Vyzařovaný výkon všech lodních vysílačů.
- f) Útlum lodního trupu.
- g) Spektrum (kmitočtový rozsah) všech vysílacích antén.
- h) Vyzařovací diagramy lodních komunikačních antén.
- i) Impedance komunikačních antén.
- j) Susceptibilita na impulzní prostředí (včetně NEMP a LEMP).
- k) Nebezpečné zóny RADHAZ.

Všechny zkoušky se musí uvést ve zkušebním/průzkumném plánu speciálně připravenému pro konkrétní platformu, který zohledňuje specifické prostředí, vlastnosti zařízení, bojové úkoly platformy a provozní priority. Před vlastním měřením, se musí vytvořit zkušební/průzkumný plán obsahující metodiky, místa, zařízení, kmitočty atd.

13.6.1 Kvalita napájení

Napájení lodí musí splňovat požadavky STANAG 1008 [2].

Vlivem spínání napětí a výkonu se mohou v napájení vyskytnout neřízené výpadky, přechodové jevy a špičky. Zařízení, které je připojeno k takové napájecí síti musí tyto výpadky, přechodové jevy a špičky zvládnout bez zhoršení provozních parametrů. Při prvním průzkumu platformy zkontrolovat nejdříve napájecí a distribuční systémy. Monitorování se provádí v hlavních rozvaděčích, rozvodnách, transformačních stanicích a místech, kde se provádí řízení napájení.

Monitorovací zařízení musí být na místě umístěno po odpovídající dobu, pro získání vhodného množství vzorků za všech očekávaných běžných provozních podmínek jako je zapnutí těžkých jeřábů, radiolokátorů a ostatních zařízení. Během a po těchto provozních stavech musí napájení splňovat požadavky specifikované v [4]. Tyto zkoušky se provádějí pouze při první plavbě této lodní třídy.

13.6.2 Elektromagnetické pozadí

Přístroje plavidla mohou vytvářet vyzařované emise, které mohou ovlivňovat přijímací systémy. Aby bylo možno získat představu o RF prostředí, je nutno provést měření na několika vytypovaných místech v okolí platformy. Toto měření poskytuje informace o zhoršení citlivosti přijímacích systémů. Další informace je možno získat měřením přímo v přijímacím systému např. na kabelech přijímacích antén nebo na vstupech přijímačů.

Pokud zhoršení citlivosti přijímacích systémů přesáhne požadovanou mez, je třeba zjistit zdroje emisí a určit, zda je možno vyzařované emise omezit nebo snížit.

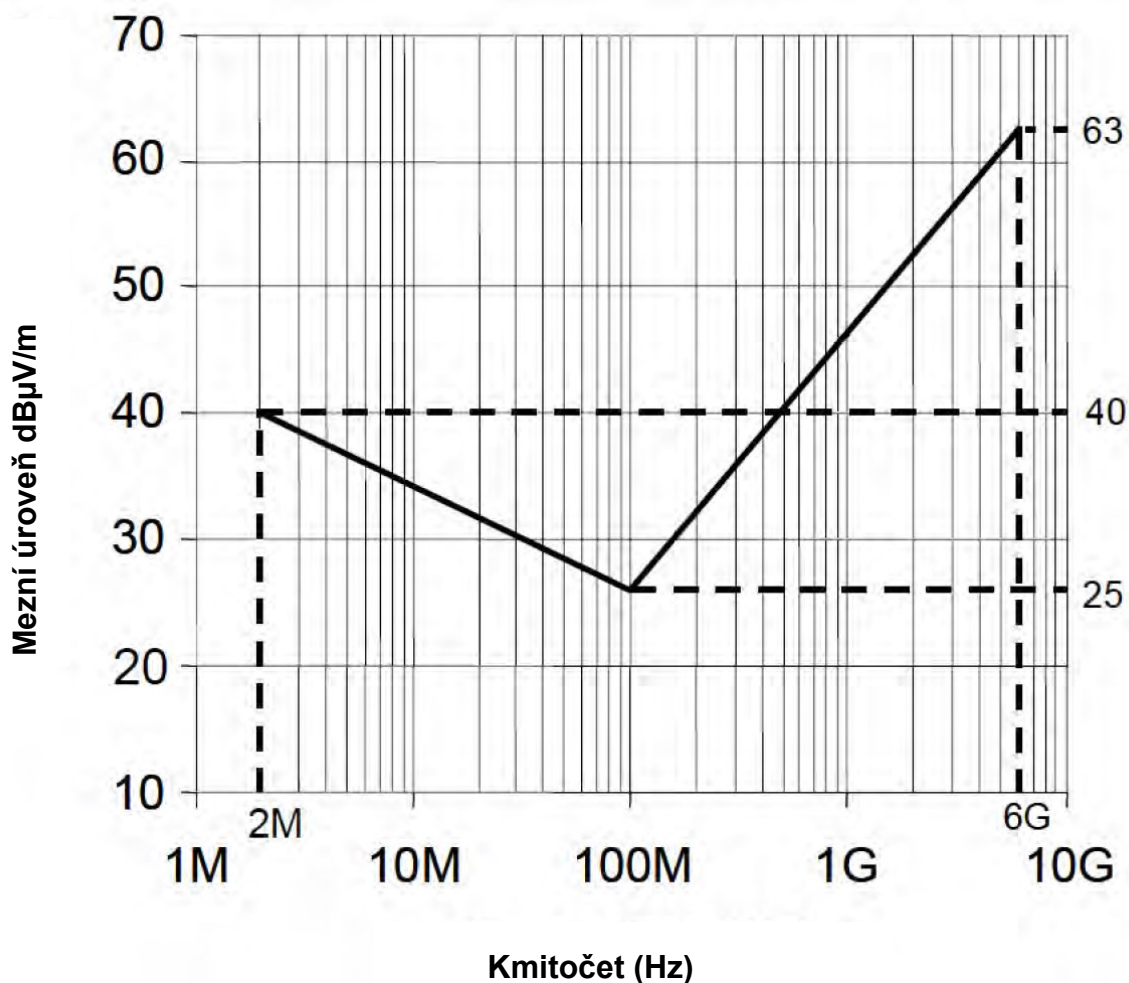
Zkouška se musí provádět v místě, kde je nízké elektromagnetické pozadí a dělí se do následujících fází:

- a) Fáze 1: Loď musí být v režimu rádiového klidu. Všechna zařízení, systémy a vysílače plavidla se musí zapnout, ale nesmí probíhat žádné vysílání. Vysílače jsou v pohotovostním režimu, ale neprobíhá žádné vysílání. Radarové antény se musí otáčet, ale neprobíhá žádné vysílání. Ostatní elektronická zařízení se musí nastavit do režimu, který je chrání před vysíláním z antén.
- b) Fáze 2: Všechna komunikační zařízení (vysílače i přijímače) na palubě i v podpalubí se zapnou tak, aby se simuloval běžný provoz. Loď musí být nejméně 90 km od pobřeží.

Výše uvedené fáze slouží k měření elektromagnetických emisí ze zabudovaných (ne přenosných) elektrických zařízení ve specifikovaných palubních oblastech pro určení, zda jsou tyto emise potenciální zdroje rušení vzhledem k elektronickým systémům lodě. Navíc zkoušky Fáze 1 určují susceptibilitu zařízení/systémů vzhledem k lodním přenosným komunikačním vysílačům.

Zkoušky Fáze 1 vyzařovaných emisí se musí provádět v době, kdy místní rušení způsobené činností člověka je nižší než meze pro vyzařované rušení zařízení uvedené na obrázku 506-1 v kmitočtovém rozsahu 2 MHz až 460 MHz při rozlišovací šířce pásma uvedené v tabulce 506-1.

V případě, že nezamýšlené emise překračují aktuální šumový práh přijímače o 10 dB, musí se zdroj vyzařování izolovat a nakonec tyto emise vyloučit. Fáze 1 se musí provádět se zapnutým zařízením/platformou v souladu s článkem 13.6.2.2.



OBRÁZEK 506-1 – Mezní hodnoty elektromagnetického pozadí

TABULKA 506-1 – Nastavení parametrů zkušebního přijímače

Kmitočtový rozsah (MHz)	Rozlišovací šířka pásma pro pokles o 6 dB (RBW) (MHz)	Minimální doba rozmitání (s)
2 až 30	0,01	150 * SPAN * RBW * VBW
30 až 1 000	0,1	
1 000 až 6 000	1	

13.6.2.1 Požadavky na elektromagnetické pozadí při zkouškách elektrických zařízení

13.6.2.1.1 Předběžné zkoušky (Fáze 1)

Před provedením zkoušek elektromagnetického pozadí se musí potvrdit, že:

- a) Spojování, zemnění a ostatní opatření pro splnění požadavků EMC a bezpečnosti bylo provedeno.
- b) Použitelné vazební členy, filtry a záslepky jsou správně nainstalované a funkční.
- c) Nejsou žádné chybějící nebo vizuálně poškozené elektronická zařízení nebo přerušené nebo chybějící spojení s anténami/vysílači.

Závady zjištěné během zkoušek se musí odstranit před spuštěním vlastního měření.

13.6.2.1.2 Plavidla s nekovovým trupem

S výjimkou uvedenou v článku 13.6.2.1.5, se musí u plavidel s nekovovým trupem zkoušet všechna elektrická zařízení umístěná na palubě i v podpalubí z hlediska vyzařování elektromagnetických emisí.

13.6.2.1.3 Plavidla s kovovým trupem

S výjimkou uvedenou v článku 13.6.2.1.5, vyžadují elektrická zařízení umístěná v kovovém trupu zkoušky elektromagnetických emisí pouze ta, která splňují alespoň jednu z následujících podmínek:

- a) Zařízení je umístěno na palubě.
- b) Zařízení je umístěno v kajutě, jejíž dveře vedou na otevřenou palubu, nebo když je umístěno v kajutě, která je od otevřené paluby oddělena nekovovou přepážkou nebo krytinou.
- c) Zařízení je umístěno v kajutě, která je označena jako „elektronický“ prostor.
- d) Zařízení je umístěno v kajutě, která sousedí (včetně stropu a podlahy) s kajutou definovanou ve výše uvedeném kroku c), nebo je od prostoru definovaného výše uvedeném kroku c) odděleno nekovovou přepážkou nebo krytinou.

13.6.2.1.4 Zařízení, která se chovají jako RF snímače

Zařízení, která se chovají jako RF snímače jsou jakákoliv zařízení, která snímají nebo přijímají elektromagnetické spektrum v kmitočtovém rozsahu 2 MHz až 460 MHz na horní palubě (MF, HF, VHF, UHF) a v kmitočtovém pásmu 2 MHz až 6 GHz v podpalubí, která obsahují přijímače v pevných nebo přenosných zařízeních v podpalubí, mobilní bezdrátová zařízení, čtečky identifikačních rádiových kódů (RFID) (s výjimkou těch, které jsou spojeny se zbraněmi), bezdrátové přenosové linky, všechna zařízení, která mohou být susceptibilní na nezamýšlené RF emise z elektrických/elektronických zařízení a systémů. Meze pro elektromagnetické pozadí v podpalubí nesmí překročit úroveň uvedené na obrázku 506-1 zvýšené o 20 dB. V případě plavidel, která prošla úpravami nebo modernizací se zkouší pouze ta

zařízení, která by mohla způsobit změny parametrů platných před opravou nebo modernizací.

13.6.2.1.5 Výjimky

Elektrická zařízení, jako jsou střídavé motory, které neobsahují komutátor, sběrací kroužky nebo různé měniče otáček neprodukují emise a nevyžadují zkoušky. Dále zkoušky elektromagnetického pozadí nevyžadují přenosná elektrická zařízení, transformátory, teploměry, střídavé zásuvky, rozvaděče a přepínače.

13.6.2.2 Zkoušky nezamýšlených emisí

Nezamýšlené elektromagnetické emise z elektrických/elektronických zařízení se musí měřit ze všech elektrických/elektronických zařízení. Elektrická/elektronická zařízení musí být v průběhu zkoušky zapnuta, ale nesmí být v režimu vysílání. Komunikační zařízení se musí zapnout ale, nesmí být zaklíčované. Radiolokátory musí otáčet anténami, ale nesmí vysílat. Ostatní elektronická zařízení plavidla musí být zapnuta v režimu, kdy nedochází k vyzařování z jejich antén (Rx).

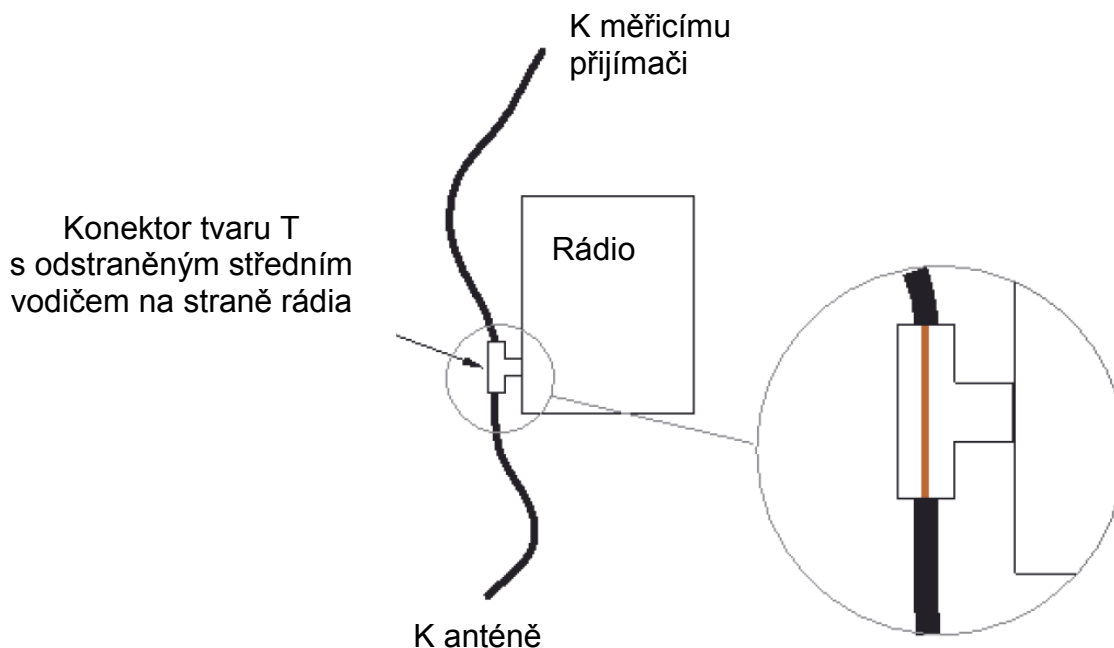
13.6.2.2.1 Zkušební metody nezamýšlených emisí

Měření nezamýšlených EM emisí z elektrických zařízení se provádí následovně:

- a) Volba zkušebního přijímače: Zvolit citlivý skenovací přijímač, jako je např. spektrální analyzátor, který zajistí, že šumové číslo kompletního měřicího řetězce není pro kmitočtové pásmo(a), definované v tabulce 506-1, vyšší než 10 dB při 25 °C. Analyzátor bude se zařízením, které se chová jako snímač, při měření nezamýšlených emisí spojen. Tabulka 506-1 specifikuje potřebnou rozlišovací šířku pásma (RBW) a rychlost skenování použitou pro jednotlivá kmitočtová pásma při měření zařízení, které se chová jako snímač.
- b) Volba RF snímačů. Při nenapájení zkoušeného zařízení odpojit od zvoleného zařízení/systému, které se chová jako snímač anténu a připojit ji ke zkušebnímu zařízení, které je určeno k měření nezamýšlených RF emisí zvoleného přijímače včetně vodiče. Pokud není možno zařízení, které se chová jako snímač monitorovat, musí se pro vyhodnocení jeho RF okolí použít krok g) článku 13.6.2.2.1. Připojit zkušební zařízení ke každé anténě zařízení, které se chová jako snímač před vazební členy, filtry, útlumové členy atd. ale až za přizpůsobovací jednotky.

POZNÁMKA Zem vnějšího stínění kabelu musí být stejná jako má původní spojení. Toto se může zajistit členem tvaru T, ze kterého je odstraněn vnitřní kontakt. Viz obrázek 506-2.

Pokud není možno snímač monitorovat musí se pro vyhodnocení okolního elektromagnetického pozadí použít postup uvedený v kroku g) článku 13.6.2.2.1. Mezi zkušební přijímač a anténní svorky senzoru zapojit vazební členy, filtry zeslabovací členy atd., ale až za přizpůsobovací člen.



OBRÁZEK 506-2 – Zapojení senzoru při měření nezamýšlených emisí

- c) Nastavení zkušebního zařízení. Nastavit zkušební zařízení tak, aby jeho citlivost byla stejná nebo vyšší než zkoušené zařízení s rozpětím skenování, které není vyšší než $200 \times \text{RBW}$, zvolit vrcholový detektor a dobu rozmítání podle tabulky 506-1. Videofiltr nesmí omezovat použitou šířku pásma. Pokud je možno velikost šířky pásma videofiltru nastavit, musí se použít nejvyšší možná hodnota. Použití nízkošumového předzesilovače (LNA) je možné pro dosažení požadovaného dynamického rozsahu. Pokud je nutné zlepšit selektivitu zkušebního zařízení, změnit nastavení měřícího přístroje tak, aby bylo možno potenciální zdroj interference nezamýšlených emisí rozlišit. Zaznamenat údaje získané při původním i novém nastavení měřícího zařízení. Použití funkce „Max Hold Peak“ zajišťuje zachycení všech přenášených signálů a zlepšuje možnost analýzy. Naměřené údaje uložit pro účely analýzy a klasifikace.
- d) Analýza údajů. Analyzovat a klasifikovat zaznamenané údaje
- (1) Analýza údajů pro indikaci nezamýšlených emisí:
- (a) Pokud se při zkoušce zjistí interferenční signál, musí se v tabulce údajů uvést, zda je možno tento signál odstranit prostřednictvím filtrů nebo vazebních členů.
- (b) Harmonické složky a emise na specifických kmitočtech se musí použít při klasifikaci.
- e) Klasifikace nezamýšlených RF emisí zařízení/systémů. Tabulka 506-2 uvádí klasifikační kategorie potenciálního zhoršení měřeného zařízení. Všechny nezamýšlené emise se musí při zkoušce lokalizovat, zdokumentovat a vyhodnotit pro určení jejich vlivu na provozní funkce

zařízení. Všechny údaje a záznamy se musí uložit ve formátu, který umožňuje jejich zpracování v běžně používaných textových a tabulkových procesorech (MICROSOFT OFFICE). Naměřené průběhy se musí uložit ve formátu, který umožňuje jejich zpracování v běžně používaných tabulkových procesorech (MICROSOFT EXCEL), navíc musí záznamy obsahovat informace o nastavení měřicího přijímače. Údaje z měření musí obsahovat jasný a jedinečný popis zkoušeného zařízení, způsob připojení k měřicímu zařízení, náčrt zkušebního uspořádání a názvy souborů, ve kterých jsou uloženy údaje ze zkoušek jednotlivých systémů.

TABULKA 506-2 – Klasifikace nezamýšlených emisí

Detekované úrovně pozadí (Nezamýšlené emise)	Klasifikace	Kategorie
< 10 dB	Mírné ¹⁾	III
10 – 20 dB	Střední ²⁾	II
> 20 dB	Náročné	I

POZNÁMKY

- 1 Nezamýšlené emise nesmí ovlivňovat více než 10 % kanálu nebo kmitočtového pásma zvoleného zařízení. Pokud není podmínka splněna, hodnotí se jako Střední.
- 2 Nezamýšlené emise nesmí ovlivňovat více než 50 % kanálu nebo kmitočtového pásma zvoleného zařízení. Pokud není podmínka splněna, hodnotí se jako Náročné.

- f) Pokračování zkoušek. Kroky b) až d) článku 13.6.2.2.1 opakovat pro každé instalované zařízení/systém, který se chová jako RF snímač v kmitočtovém rozsahu uvedeném v článku 13.6.2.2. Umístění ověřených, zdokumentovaných a klasifikovaných zdrojů se musí provést pro každou detekovanou nezamýšlenou emisi Kategorie I a II.
- g) Umístění zdroje. Použít jednu z následujících metod pro určení zařízení/systému(ů) v kmitočtovém rozsahu, který obsahuje RF emise
 - (1) Analyzovat údaje z hlediska indikace nezamýšlených emisí
 - (a) Zkušebním zařízením monitorovat zařízení, které se chová jako RF snímač a postupně zapínat a vypínat různá zařízení/systémy a sledovat nezamýšlené emise. Pokud se nezamýšlené emise významně sníží při vypnutí určitého zařízení/systému, je třeba takovému zařízení věnovat při analýze pozornost.
 - (b) Umístit přijímací anténu ve zkoušené oblasti tak, aby bylo možno lokalizovat spektrum nezamýšlených emisí. V každé zvolené oblasti se musí zaznamenat, při použití vhodné antény a přijímače, zdali se nezamýšlené emise objevily nebo ne.
 - (c) Pro lokalizaci zařízení/systémů/kabelu v oblasti, kde se našly stejné nezamýšlené emise postupem uvedeným v kroku c) článku

13.6.2.2.1 se může použít sonda blízkého pole pro podrobné skenování zařízení/kabelů v dané oblasti. Sonda blízkého pole musí mít odpovídající citlivost, aby se našel zdroj nejvyšších úrovní nezamýšlených emisí. Musí se zaznamenat identifikační údaje použitého přijímače i sondy blízkého pole.

- (d) Pokud se použije jiná metoda lokalizace zdroje nezamýšlených emisí, musí se podrobně popsat metoda, použité zařízení a všechny okolnosti, které umožní opakování zkoušky.
- h) Alternativní měření RF snímačů. Pokud není možno monitorovat zařízení, které se chová jako RF snímač přímo, z důvodu nerozebíratelného spojení nebo integrované antény, kterou není možno odpojit, mohou se okolní úrovně monitorovat v okolí zkoušeného zařízení. Při provádění této zkoušky se musí zkoušené zařízení vypnout a ostatní zařízení v podpalubí se musí zapnout. Zkušební zařízení musí mít stejnou citlivost jako zkoušené zařízení. Při použití antény kalibrované ve stejném kmitočtovém rozsahu jako má zkoušené zařízení a při stejné polarizaci umístit tuto anténu do těsné blízkosti (≤ 1 m) zkoušeného zařízení a použít analyzátor popsaný v kroku a) článku 13.6.2.2.1 s nastavením rozlišovací šířky pásma podle tabulky 506-1 a nastavením pro měření RF emisí v kmitočtovém pásmu zkoušeného zařízení plus a minus jedna rozlišovací šířka pásma. Pokud je směrovost zkušební antény menší než antény zkoušeného zařízení, musí se zkušební anténa přesouvat s krokem, který se určí z jejího vyzařovacího diagramu a tak, aby se pokryl prostor vyzařování antény zkoušeného zařízení. Výsledky měření zdokumentovat v protokolu ze zkoušky vzhledem k použité měřicí anténě a hodnotícím kritériím nezamýšlených emisí v kroku e) článku 13.6.2.2.1. Pokud se zaznamenají nezamýšlené emise, které překračují požadované mezní hodnoty, musí se provést vyhledání jejich zdroje v souladu s postupem uvedeným v kroku f) článku 13.6.2.2.1.

13.6.2.3 Zkoušky susceptibility instalovaných zařízení/systemů na přenosné vysílače

Zkoušky susceptibility instalovaných zařízení/systemů na přenosné vysílače se provádí následujícím postupem:

- a) Identifikace neprovozních zařízení. Zaznamenat identifikační údaje zařízení, která nejsou v daném prostoru funkční.
- b) Vysílání. Zaklíčovat přenosný vysílač(e) ve vzdálenosti maximálně 0,5 m od specifických elektrických/elektronických/zařízení/systemů/senzorů, která se vyhodnocují, zatímco elektrická/elektronická zařízení/systemy/senzory pracují v běžném provozním režimu. Pro rozlehlejší zařízení pohybovat přenosným vysílačem podél jejich celého povrchu a otáčet jím pro zajištění horizontální a vertikální polarizace.
- c) Identifikace výsledků. Pokud se nezaznamená žádná susceptibilita pokračovat krokem b) článku 13.6.2.3 dokud se neověří veškerá elektrická/elektronická zařízení/systemy/senzory ve všech prostorách, kde se mohou přenosné vysílače používat.

- d) Požadované akce. Pokud se zaznamená susceptibilita, oddalovat přenosný vysílač, nebo snižovat výkon produkovaný přenosným vysílačem dokud susceptibilita nezmizí. Zaznamenat projev susceptibility a vzdálenost/výkon, při kterém se susceptibilita neprojevila. Vrátit se na krok b) článku 13.6.2.3 a pokračovat ve zkouškách všech zařízení.

13.6.3 Intenzita pole uvnitř a vně lodního trupu.

Moderní vojenská plavidla obsahují velké množství vysílacích antén. Všechny tyto antény vytvářejí elektromagnetické prostředí, ve kterém musí zařízení umístěná na palubě i v podpalubí pracovat bez závad.

V průběhu zkoušek elektromagnetického prostředí uvnitř a vně trupu lodě, útlumu trupu a susceptibility na impulzní signály se musí identifikovat slabá místa v kabeláži a kabelových prostupů v trupu.

Dále se musí provést injekce signálů do jednotlivých kabelů na jedné straně prostupů a na druhé straně se musí snímat jejich odezva. Rozdíl obou signálů představuje kvalitu instalace (připojení stínění k zemi).

Zařízení umístěná na palubě nebo zařízení umístěná v nekovovém trupu plavidla jsou instalována v nechráněném prostředí.

Pokud jsou zařízení umístěná v kovovém lodním trupu, jsou instalována v chráněném prostředí.

Je tedy důležité znát, v jakém EME je zařízení schopné bez závad pracovat.

Pro získání těchto informací se požadují dvě měření. První je měření intenzity pole generovaného vlastními vysílači plavidla. Při druhém se zjišťuje, jak budou vysílače ozařovat celou platformu, při měření EME musí být antény umístěny ve vzdáleném poli. Navíc jsou nutné následující informace:

- a) Vlastní vysílače plavidla. Vysílače plavidla musí pracovat v jejich předpokládaných režimech a v celých kmitočtových rozsazích. Vyžaduje se měření na palubě i v podpalubí. Pro záznam údajů se musí použít kalibrované měřicí zařízení a antény se známým ziskem a korekčním faktorem. Článek 13.6.11 poskytuje dodatečný návod pro zkoušky všech zdrojů vyzařování plavidla.
- b) Zkoušky okolního a provozního prostředí EME. Vysílací anténa se umístí ve vzdáleném poli, které se určí z následujícího vztahu (viz také AECTP-258, Příloha B [3]). Běžně požadovaný kmitočtový rozsah je 2 MHz až 1 GHz, ale v závislosti na použití nebo očekávaném pracovním prostředí je možno sledovat i kmitočty vyšší než 1 GHz. Před započítím zkoušek se požaduje zkušební/průzkumný plán. Musí obsahovat zkušební kmitočty, kmitočtový rozsah, umístění měřicích bodů uvnitř i vně, zkušební úrovně, provozní režimy lodního zařízení a použité měřicí vybavení.

$$R = (2 \cdot L^2) / \lambda$$

kde

R = vzdálenost v m,

L = maximální rozměr antény v m,

λ = délka vlny v m ($\lambda = 300/\text{kmitočet v MHz}$).

Doporučuje se uchovat tyto informace pro použití v budoucích projektech. V podpalubí poskytuje naměřená intenzita pole specifikaci úrovní odolnosti/susceptibility

pro zařízení umístěná v těchto prostorách. Mohou se také použít pro návrh instalačních pravidel. Instalační pravidla platí pro kabely procházející trupem nebo kajuty s elektronikou pro minimalizaci pole uvnitř kovového trupu plavidla a poskytují použitelné informace o EME pro prevenci problémů s rušením.

Specifikace mezi

Intenzita elektromagnetického pole v podpalubí lodě se charakterizuje následovně.

Intenzita pole uvnitř plavidla (v podpalubí) nesmí překročit 10 V/m v kmitočtovém pásmu 2 MHz až 40 GHz. Některé části lodě vyžadují nižší intenzitu pole.

Cílem EMI uvnitř lodě musí být 10 V/m pro velitelský můstek a vnitřní prostory hangáru. V případě vnějšího prostoru a EMP může být intenzita pole mnohem vyšší. Toto EME se musí charakterizovat.

13.6.4 Potlačení interference vysílačů a přijímačů na palubě plavidla

Je obtížné zabránit interferenci v systému, způsobovanou velkým počtem vysílačů a přijímacích antén na palubě plavidla. Systémy, které vysílají/přijímají v kmitočtovém pásmu ostatních zařízení nebo v jeho blízkosti vyžadují plánování a správu kmitočtového spektra a přesné umístění antén pro regulaci vyzařovacích diagramů. Pro určení vnitřních systémových rozhraní a technik snižování interference se musí provádět zkoušky potlačení interference.

Jako základ pro tyto zkoušky je nutná EMI matice zdroj – oběť. Matice musí obsahovat všechny možné elektromagnetické interference mezi platformami systémů. Tyto mohou představovat „vstupní dveře“ (mezi anténami) nebo „zadní dveře“ (mezi anténami a citlivými zařízeními nebo omezeným stíněním) EMI. Matice EMI se musí vytvořit ve fázi návrhu a ve fázi návrhu zařízení na horní palubu. V průběhu fáze návrhu se tato matice používá pro umístění nebo odstranění různých antén a RF senzorů na palubě.

V průběhu zkoušek je důležité zajistit regulaci vyzařování při provozu různých radiolokátorů, komunikačních zařízení a systémů elektronického boje (EW). V průběhu běžného provozu specifických systémů se musí sledovat všechna ostatní zařízení typu oběť. Jakýkoliv projev interference se musí zaznamenat a podrobně popsat.

Dodatečná měření/zkoušky se musí provádět, pokud jsou nutné pro ověření celkových charakteristik interference a ovlivnění systému. Může se např. měřit mezifrekvenční kmitočet (IF) radiolokátoru, který je ozařován jiným radiolokátorem. Pokud se zaznamená interference, musí se provést opatření pro její snížení jako je například použití filtrů, správa kmitočtového spektra nebo přemístění antén. V odstavcích článku 13.6.5.5 se popisuje podrobný návod pro zkoušky všech lodních zdrojů emisí. Článek 13.6.12 obsahuje návod pro záznam a prezentaci výsledků zkoušek.

POZNÁMKA Systémy a zařízení instalovaná na plavidle mohou být susceptibilní na specifické kmitočty. Tyto kmitočty se musí zjistit měřením odolnosti systému v laboratoři. Zkušební pole musí mít běžnou intenzitu, kterou produkují vlastní lodní

vysílače umístěná na palubě nebo vysílače na jiných platformách plus činitel bezpečnosti 10.

Zkoušky určují susceptibilní systémy plavidla. Závěrů je možno použít pro zvýšení odolnosti na specifické signály a kmitočty.

13.6.5 Vyzařování všech vysílačů plavidla

Zkoušky uvedené v člancích 13.6.3 a 13.6.4 vyžadují vysílání všech vysílačů na palubě. Tyto zkoušky (Fáze II) vyžadují provoz aktivních elektronických zařízení specifikovaných kategorií (viz tabulka 506-3), zatímco přijímače a další susceptibilní zařízení stejné kategorie se monitorují z hlediska elektromagnetické interference a určují intenzitu elektromagnetického pole uvnitř plavidla. Elektrická zařízení, která při měření RF elektromagnetického pozadí překračují meze uvedené na obrázku 506-1 se musí dále zkoušet z hlediska elektromagnetické kompatibility elektronických systémů.

TABULKA 506-3 – Fáze 2 Zkušební kategorie elektronických zařízení

Kategorie	Aktivní prvek	Monitorovací zařízení
1	Elektrické zařízení, jehož vyzařování ve Fázi 1 přesahuje povolené meze	Přijímače VLF až HF
2	Vysílače VLF až HF	Přijímače VLF až HF
3	Vysílače VHF a výše (mimo radiolokátorů)	Přijímače VHF a výše Zesilovače hlasových systémů
4	Radiolokátorové vysílače	Přijímače HF a výše, zesilovače hlasových systémů, uzavřené TV okruhy
5	Sonarové vysílače, odmagnetovací systémy	Přijímače, sonary, LF, podmořské telefony, hloubkoměry
6	Různá aktivní zařízení, která nejsou specifikovaná výše	Přijímače, podle potřeby
7 (konečná)	Všechna aktivní zařízení potřebná pro výše uvedené zkoušky	Všechna monitorovací zařízení používaná pro výše uvedené zkoušky
POZNÁMKA VLF = 3 kHz až 30 kHz, LF = 30 kHz až 300 kHz, MF = 300 kHz až 3 MHz, HF = 3 MHz až 30 MHz, VHF = 30 MHz až 300 MHz, UHF = 300 MHz až 3 GHz, SHF = 3 GHz až 30 GHz		

13.6.5.1 Předběžné zkoušky

Vizuální prohlídky před aktivací vysílacích zařízení přispívají k vytvoření podmínek, které ovlivňují výsledky zkoušek. Prohlídka musí potvrdit, že:

- a) Spojování, zemnění a stínění použité pro splnění požadavků EMC a bezpečnosti byly nainstalovány.
- b) Požadované vazební členy, filtry a záslepky jsou správně nainstalované a funkční.

- c) Nevyskytují se žádné chybějící nebo vizuálně poškozená elektronická zařízení nebo přerušené nebo chybějící spojení s anténami/vysílači.
- d) Z paluby se musí odstranit všechny kovové části, které nejsou běžnou součástí plavidla. Údržba před zkouškou odstraní všechny zjištěné závady.

13.6.5.2 Plán zkoušek EMI mezi systémy

Plánování zkoušek EMI mezi systémy musí začít dlouho před vlastními zkouškami a musí obsahovat uspořádání všech antén na palubě, přehled všech elektronických systémů a provozní a mezifrekvenční kmitočty všech instalovaných RF vysílacích a přijímacích systémů. Před provedením fáze II se musí ověřit, že zkoušené systémy splňují minimální provozní specifikace. Pokud systém minimální provozní specifikace nesplňuje, musí vedoucí zkoušek zaznamenat do protokolu, že systém není připraven do zkoušky a zkušební Fáze II se nemůže provést podle požadavku. Zkoušky se nesmí ukončit jako kompletní, dokud se zkouškám nepodrobí všechny systémy.

13.6.5.3 Bezpečnost osob

Při provozu elektronických antén se musí dodržovat všechna bezpečnostní pravidla a nařízení vztahující se k nebezpečí úrazu vyzařovanou energií (RADHAZ) a nebezpečí požáru.

13.6.5.4 Pozadí na zkušebním místě

Pokud je to možné, musí se plavidlo umístit na místo, kde úroveň elektromagnetického pozadí a signály okolních vysílačů nepřekračují úroveň specifikované na obrázku 506-1.

13.6.5.5 Vysílané kmitočty

Při provádění zkoušek musí vhodné kmitočty pokrývat všechny kmitočty komunikačních vysílačů s krokem přibližně 10 %. Ve Fázi II se musí při zkouškách požadovat souhlas místního správce kmitočtového spektra. Zkušební kmitočty vysílačů pro zkoušky HF EMI se musí použít pro zkoušky mezi systémy. Radiolokátory, taktické naváděcí systémy a zbraňové systémy se musí provozovat při běžných provozních kmitočtech, zatímco vícekanálové vysílací systémy se musí provozovat na kmitočtech, které se volí buď pro minimalizaci, nebo maximalizaci interference mezi systémy. Pokud změna kmitočtu změní i interferenci, musí se tato situace zaznamenat. Pro monitorování HF a UHF rozsahu v průběhu zkoušek vysílačů, včetně harmonických složek zvolených kmitočtů, se musí použít nejméně dva HF přijímače a nejméně jeden UHF přijímač.

13.6.5.5.1 Výběr přijímače pro pásmo vysokých kmitočtů (HF)

V průběhu zkoušek vysílačů v pásmu vysokých kmitočtů (HF) se musí pro monitorování kmitočtového rozsahu HF zvolit dva HF přijímače. Pokud je to možné, musí se preferovat přijímače, které jsou schopné průběžného přeladování před přijímači se skokovým přeladováním. Jeden přijímač se připojí k přijímací anténě v blízkosti antény HF vysílače a další přijímač se připojí k anténě, která je od vysílače vzdálená. Přeladují se oba přijímače ve zvoleném kmitočtovém pásmu

HF a hledá se interference ve formě přebuzení, oblouků ve struktuře plavidla nebo intermodulace.

Další HF přijímače se použijí jako monitory pevného kmitočtu. Počet pevných kmitočtů přijímače odpovídá počtu napájených HF vysílačů. Tyto přijímače se naladí na kmitočet běžné komerční rádiové stanice nebo jiný signál, který je stabilní a neobsahuje interferenci. Zvolené signály musí představovat normální kmitočty přijímané plavidlem a poskytovat různé druhy modulace. Kmitočty musí být rozloženy v celém kmitočtovém spektru zajišťovat požadavky separace zařízení. Pokud je uspořádání kmitočtů nepraktické pro naladění signálů bez interference, zvolit méně vhodné kmitočty, kde neprobíhá žádné vysílání.

13.6.5.5.2 Citlivost přijímačů

Před zkouškou zkontrolovat každý přijímač z hlediska jeho citlivosti, zda splňuje požadavky zkušebních standardů nebo z technických parametrů zařízení.

13.6.5.5.3 Nastavení zisku přijímače

Použít nejvyšší možnou praktickou citlivost (maximální RF zisk), která nezpůsobuje saturaci při zkoušce. Pokud se zjistí interference, snížit RF zisk pro ujištění, že saturace není způsobena interferencí.

13.6.5.5.4 Ladění UHF přijímače

Pokud se jako přijímací monitor použije UHF přijímač s pevně nastavenými kanály, přeladovat přijímač minimálně na 36 kmitočtů, které nejsou od sebe vzdáleny více než 5 MHz. Pokud je potenciálním zdrojem interference skenovací paprsek (mechanicky nebo elektronicky), monitorovat každý kmitočet po dobu, která překračuje skenovací periodu paprsku.

13.6.5.5.5 Ochranná zařízení přijímače

Při každé zkoušce použít všechna ochranná opatření jako jsou pásmové filtry, pásmové propusti, násobné sdružovače a záslepky, která jsou v přijímači nainstalována a běžně se používají. V případě použití ručně laděných filtrů a násobných sdružovačů je nemožné rychlé přeladování v širokém kmitočtovém pásmu a je při hledání rušení dovoleno filtry nebo násobné sdružovače dočasně přemostit. Při nalezení rušení je nutno filtry nebo násobné sdružovače zase zapojit, aby bylo možno zjistit, zda se rušení změní. Pokud se vyšetřované signály ztratí, jedná se o vnitřní rušení a není nutné další zkoumání.

13.6.5.5.6 Volba aktivních zařízení (vysílačů)

Aktivní vysílače zvolit podle tabulky 506-3. Vysílače se volí podle specifikované kmitočtové kategorie. Zvolit a zapnout také nejméně jeden z každého různého typu vysílače patřící do stejné kmitočtové kategorie. Navíc se musí při zkoušce plavidla použít nejméně jednou každá vysílací anténa. Během zkoušky se musí u každého vysílače použít maximální výkon.

13.6.5.5.7 Vybavení zkušebních vysílačů

U vysílačů zvolit zkušební kmitočty, které jsou typické pro provoz plavidla. U konkrétních vysílačů dodržovat požadavky pro oddělení kmitočtů a používat doporučené vazební členy a antény.

13.6.5.5.8 Modulace vysílačů

Pro správnou identifikaci zdrojů rušení modulovat vysílače takovým způsobem, aby bylo možná jejich snadná identifikace, např. multiplex, klíčování kmitočtového posunu (FSK), hlas, teletyp, nebo zkušební tón.

13.6.5.5.9 Volba vysílačů/přijímačů

Pokud zkoušky skupiny vysílačů vyžadují zkoušky vysílačů/přijímačů, pracuje 75 % vysílačů/přijímačů v režimu vysílání a zbytek jako monitorovací přijímače.

13.6.5.5.10 Zkouška násobných sdružovačů

Každý násobný sdružovač vysílače se musí podrobit samostatné zkoušce. K násobnému vazebnímu členu se musí připojit maximální počet vysílačů, které musí pracovat s maximálním výkonem. Tato zkouška určuje kompatibilitu celého systému vysílač, násobný sdružovač a anténa.

13.6.5.6 Radiolokátorové přijímače

Radiolokátorové přijímače musí pracovat při běžném řízení zisku, zobrazování, režimu zpracování a nastavenou šířkou pásma přijímače. Zatímco většina radiolokátorů používá digitální zpracování signálu, prvotní videosignál radiolokátoru se musí při vyzařování v pásmech HF, VHF a UHF monitorovat sledováním mezifrekvenčního kmitočtu přijímače radiolokátoru.

13.6.5.7 Monitorování řídicích systémů plavidla

Monitorování řídicích systémů plavidla při běžném provozu elektrických strojů jako jsou palivové nebo olejové pumpy, chladicí ventilátory, požární pumpy, ovládání motorů, kontaktní relé a vzduchové kompresory se provádí za provozu a opakovaně. Funkce se musí monitorovat včetně (není omezeno):

- a) Poplachových panelů.
- b) Panelů kontroly paliva.
- c) Měřičů tlaku.
- d) Průtokových indikátorů.
- e) Vnitřní hlasové komunikace.
- f) Videomonitorů.
- g) Bezdrátových snímačů v podpalubí.
- h) Ostatních potenciálně ohrožených zařízení.

Je důležité, aby se všechny odchylky od běžného provozu zaznamenaly v závislosti na okamžitém stavu vysílačů.

13.6.5.8 Interference ve struktuře plavidla

Všechny provozní chyby se musí dokumentovat záznamem jejich rozsahu a projevem na monitorovacím zařízení. Každý projev interference způsobený nezamýšlenými emisemi se musí dokumentovat popisem sledovaného jevu.

13.6.5.9 Zkušební postup zkoušek EMI mezi systémy

EMI zkoušky mezi systémy umožňují postupné vyzařování vysílačů plavidla s počátkem na nejvyšší kmitočet při současném monitorování všech elektrických/elektronických systémů plavidla pro sledování provozních změn způsobených EMI. Po postupném vyzařování vysílače musí být zařízení vystaveno vyzařování až do ukončení zkoušky. Vysílače se musí nastavit tak, aby produkovaly maximální vyzařovaný výkon, a musí provádět všechny očekávané provozní režimy a procházet kanály nebo kmitočty, které mohou vyvolat zranitelnost zařízení. Zvláštní pozornost se musí věnovat dvojicím zdroj-oběť, které se zjistily při plánování. Pokud se zjistí EMI, vypínejte postupně vysílače pro ověření kdy EMI zmizí, což umožňuje určit potenciální zdroj EMI.

13.6.5.10 Zkouška HF intermodulace

Zkoušky se provádějí u plavidla, které má nainstalováno šest nebo více komunikačních HF vysílačů. Zkouška se provádí provozem dvou HF vysílačů (s kmitočty F_1 a F_2) a monitorováním HF přijímačem, který je naladěn na intermodulační kmitočet 3. řádu ($2 \cdot F_1 \pm F_2$) nebo ($2 \cdot F_2 \pm F_1$). Vysílané kmitočty se musí zvolit tak, aby intermodulační kmitočet 3. řádu spadl do HF kmitočtového pásma, pokud možno do jeho dolní poloviny. Navíc se musí vysílané kmitočty zvolit tak, aby se nejednalo o harmonické složky. Mezi vysílanými kmitočty a intermodulačním kmitočtem 3. řádu musí být dostatečná rezerva, aby nedošlo k saturaci monitorovacího přijímače. Oba vysílače musí pracovat s maximálním výkonem a musí se připojit k odděleným anténám tak, aby se dosáhlo maximálnímu pokrytí paluby. Přijímač se musí připojit k anténě umístěné ve středu plavidla. Úroveň intermodulačního kmitočtu 3. řádu se musí určit sledováním měřiče úrovně přijímaného signálu, který se pak nahradí signálem z generátoru, který se připojí k anténním svorkám přijímače a nastaví se na stejnou úroveň. Signál z generátoru se pak převede na jednotky μV nebo $\text{dB}\mu\text{V}$. V protokolu z měření se musí mimo jiné uvést následující podrobné informace, které se vztahují ke zkoušce rušení:

- a) Kmitočet, výkon a typ použitého vysílače(ů).
- b) Typ použitého přijímače.
- c) Popis a umístění všech použitých antén.
- d) Kmitočet a úroveň intermodulačního rušení 3. řádu.

13.6.6 Útlum lodního trupu

Kovový lodní trup spolu s národními zásadami instalace, minimalizují EME uvnitř plavidla. Pro ověření a vyšetření slabých míst trupu je důležitá hodnota útlumu. Slabá místa jsou obvykle prostupy kabelů, okna a dveře. Nesprávně instalované kabely, které procházejí trupem, útlum trupu zhoršují. Pro ověření správné instalace kabelů procházejících trupem se může provést zkouška. Zkušební postup je uveden v článku 13.10.3.5.

Útlum trupu plavidla se ověřuje měřením intenzity EM pole vysílačů ve vzdáleném poli uvnitř a vně platformy, kdy její rozdíl udává stínící účinnost trupu.

Před měřením se musí připravit zkušební plán, který musí obsahovat zkušební kmitočty a místa uvnitř a vně lodního trupu, kde se bude měření provádět.

Hodnoty útlumu(ů) se mohou použít pro výpočet pole uvnitř trupu pro danou hodnotu intenzity pole vně trupu a poskytuje základní úrovně pole, kterým bude zařízení plavidla vystaveno. Tyto hodnoty jsou také důležité pro další projekty pro specifikaci zařízení s ohledem na EMI/EMC.

13.6.7 Spektrum vysílacích systémů

Ověření, že vysílací systém splňuje požadavky národní autority pro správu spektra, se může rozdělit do dvou částí; komunikační systémy s anténami (do kmitočtu 460 MHz) a radiolokátorové systémy s anténami:

- a) Komunikační systémy: Spektrum komunikačních systémů musí splňovat požadavky národních regulačních autorit (např. ITU, FCC, NTIA ČTU atd.). S platformou umístěnou podle pokynů v článku 13.6.8, se měří spektrum všech odpovídajících vysílacích antén. Výsledky měření musí obsahovat úrovně rušivých a harmonických kmitočtů. Shoda se určuje porovnáním naměřených výsledků s požadavky národní regulační autority (v ČR je to ČTÚ).
- b) Radiolokátorové systémy: Spektrum radiolokátorového systému (včetně postranních laloků, rušivých odezev atd.) musí splňovat technické parametry výrobce. S platformou umístěnou podle pokynů v článku 13.6.8 se měří celé spektrum vyzařované anténou radiolokátoru. Shoda nebo neshoda se určuje porovnáním naměřených výsledků a technické specifikace dodané výrobcem.

13.6.8 Vyzařovací diagramy lodních komunikačních antén

Mnoho komunikačních antén je umístěno nad lodní palubou a na vlastních stožárech. Z důvodu omezeného prostoru je umístění antén vždy kompromisním řešením, protože není možno umístit jednotlivé antény tak, aby se vzájemně neovlivňovaly. Provedení antény, její umístění s ohledem na kovové struktury a kmitočty, určují vyzařovací diagramy. V průběhu návrhu platformy se musí předběžný vyzařovací diagram určit pomocí počítačového modelu, makety nebo obojího. Skutečně údaje naměřené po dokončení plavidla se používají pro ověření platnosti těchto modelů.

Měření vyzařovacího diagramu se provádí otáčením platformy kolem vlastní osy ve vzdáleném poli zkoušené antény, nebo pohybem zkušební antény kolem plavidla ve vzdáleném poli. Zatímco anténa lodního vysílače je v provozu, zkušební anténa monitoruje úroveň přijímaného výkonu. Vyzařovací diagramy se měří v celém kmitočtovém pásmu všech komunikačních antén.

Pokud se ve vyzařovacích diagramech antén vyskytují příliš velké propady nebo nulové body, které neodpovídají specifikaci, musí se pro takové antény zvolit jiné místo. Hodnota dobrého modelu se demonstruje tím, že není nutné po skutečném měření anténu přemísťovat.

Výsledky měření vyzařovacích diagramů antén jsou důležitou součástí provozní komunikační schopnosti. Zatím co loď pluje, vhodné kombinace antén/kmitočtů poskytují optimální komunikaci na maximální vzdálenost, bez ohledu na směr. Informace o vyzařovacích diagramech antén se musí použít v lodní správě kmitočtového spektra.

13.6.9 Specifikace komunikačních antén

Nejdůležitějším parametrem při specifikaci komunikačních-vysílacích antén je její impedance, která určuje poměr napěťových stojatých vln (VSWR). Nepřizpůsobení impedance zvyšuje odražený výkon a snižuje vyzařovaný výkon. Toto je důležité pro lodní širokopásmové antény. Impedance antény musí být přizpůsobená v celém širokém kmitočtovém pásmu a musí odpovídat specifikaci výrobce nebo systému.

Vazba mezi anténami vysílače a přijímače má zásadní vliv na citlivost přijímacího systému. Vazba se může snížit tak, že vysílací anténa neovlivňuje přijímací systém.

Ve fázi vývoje plavidla se musí provádět měření impedance včetně vazebních mechanismů na maketě. Konečný návrh a rozložení antén na palubě se musí provádět na základě měření na maketě nebo na počítačovém modelu. Mezi výsledky získanými na maketě a při konečné instalaci na plavidle je třeba očekávat určité rozdíly. Rozdíly je možno minimalizovat podrobným a správným modelováním.

Skutečné údaje získané měření na dokončeném plavidle se musí použít pro ověření výsledků získaných modelováním.

Specifikace mezi

Ve specifikovaném kmitočtovém rozsahu musí být hodnota VSWR maximálně 1 : 3.

13.6.10 Susceptibilita na impulzní prostředí (NEMP a LEMP)

Jaderný výbuch v ovzduší může ve velmi krátkém okamžiku ozářit plavidlo elektromagnetickým polem o intenzitě až 50 kV/m. Tento krátký impulz může narušit nebo zničit palubní elektronické systémy.

Protože není technicky možné provádět zkoušky za použití skutečného jaderného výbuchu, provádí se zkoušky NEMP pomocí simulátoru elektromagnetického impulzu umístěného kolem plavidla. Podrobný popis zkušebního impulzu je uveden v STANAG 4145 [4].

Zatímco se plavidlo ozařuje redukováným impulzem NEMP, provádí se měření indukovaných signálů na kabelech umístěných na palubě a prostupujících kabelů v časové oblasti. Měření indukovaných proudů nebo napětí na kontaktech specifických kabelů přicházejících z vnějšku dovnitř indikují specifické odezvy systému na NEMP. Úrovně intenzity pole měřené ve vnitřním a vnějším prostoru platformy, indikují stínící účinnost/útlum platformy vůči přechodovým jevům.

Schopnost platformy odolávat signálu NEMP 50 kV/m se může určit zkouškou a analýzou odezvy.

Zkušební plán NEMP se musí vytvořit ještě před zkouškou a musí obsahovat podrobnosti o všech zkušebních místech, zkušebním zařízeních, sondách atd. Musí také jednoznačně definovat provozní parametry systému a chybová kritéria.

Je třeba mít na zřeteli, že:

- a) Plavidlo se bude zkoušet úrovní max. 2 500 V/m v závislosti na vzdálenosti EMP antény od plavidla. Vertikálně polarizovaná anténa se umístí ve vzdálenosti 100 m tak, aby homogenní pole ozářilo celé plavidlo.
- b) Výsledky těchto zkoušek s nízkou úrovní se mohou použít pro analýzu a vyšetření, zda plavidlo odolá úplnému nebezpečí NEMP.
- c) Zařízení umístěná na palubě nesmí po zkouškách NEMP vykazovat chyby provozu nebo poškození.

Elektromagnetický impulz blesku (LEMP) je elektromagnetický jev spojený s úderem blesku. Výsledné elektrické a magnetické pole může vytvářet vazby s elektrickými/elektromagnetickými systémy a mohou způsobovat nebezpečné proudy a napětí (viz AECTP-254 [5]). Vlivy blesku se dělí do dvou kategorií. Přímé a nepřímé účinky blesku.

Přímé účinky blesku představují výboj blesku, který zasáhne přímo uvažovaný materiál (systém), který se stane částí nebo celou cestou pro proud blesku.

Nepřímé účinky se projevují vazbou s magnetickým a elektrickým polem blesku. Takové účinky se mohou vyvolat buď přímým úderem blesku, nebo úderem v bezprostřední blízkosti. Příkladem je přechodové napětí indukované v kabeláži.

POZNÁMKA Toto se může v budoucnosti změnit s používáním kompozitních materiálů.

Instalační požadavky pro nekovová plavidla jsou určeny pro minimalizaci nebezpečných vlivů blesku, například instalace bleskosvodů.

13.6.11 Zjišťování nebezpečného záření

Nebezpečné vyzařování se dělí do tří částí:

- a) Nebezpečí pro osoby (HERP): Při všech situacích se musí vyhovět mezím uvedeným např. v STANAG 2345 [6] nebo v Návodu ICNIRP [7]. Horní paluba plavidla musí obsahovat prvky pro ochranu osob.
- b) Nebezpečí pro zbraňové systémy (HERO): Všechny zbraňové systémy a munice se musí umístit, ukládat, manipulovat, sestavovat, shromažďovat a přepravovat tam, kde nejsou překročeny požadavky použitelných norem HERO. V případě, kdy není možno dodržet tuto podmínku, musí se provozní postup provádět tak, aby se nebezpečí snížilo na minimum.
- c) Nebezpečí pro palivo (HERF): Týká se vznícení paliva jiskrami, vyvolanými vyzařováním elektromagnetického pole.

Měření se musí provádět doporučenými měřicími postupy popsány v příslušných normách například Návod ICNIRP pro HERP. Výsledky měření se musí převést na jednotky mezí uvedených v normách HERP, HERO a HERF.

Provoz plavidla na moři se řídí postupy popsány v příručce pro nebezpečné záření ACEP-2 [9]. Cílem této příručky je podat informace pro předcházení nebezpečí, když se osoby, munice a zbraňové systémy, které obsahují elektro-explozivní zařízení (EED), palivo, hořlavé látky a elektronické systémy důležité z hlediska bezpečnosti (SCES), vystaví elektromagnetickému záření v kmitočtovém pásmu rádiových vysílačů a radiolokátorů.

13.6.11.1 HERP

HERP je zkratka pro elektromagnetické záření nebezpečné pro osoby. Posádka plavidla musí být seznámena kde a za jakých podmínek smí procházet / zdržovat se na palubě při provozu lodních vysílačů. Musí také znát bezpečná a nebezpečná místa na palubě a v plavidle. Při provozu různých vysílačů se musí na palubě měřit všechna místa a prostory. Pro zjištění všech nebezpečných míst a míst kde se mohou vyskytnout rezonance, se musí měřit v celém kmitočtovém pásmu vysílačů. Tato místa se musí viditelně označit.

Měření se musí provést minimálně na palubě prvního vyrobeného plavidla ve své třídě (za předpokladu, že ostatní plavidla této třídy nemají významné odchylky v instalaci vysílačů). Jinak se zkoušky provádějí při instalaci nových vysílačů.

13.6.11.2 HERO

HERO je zkratka pro elektromagnetické záření nebezpečné pro zbraně, tj. takové, které, může způsobit předčasnou inicializaci zbraňových systémů, munice nebo systémů obsahujících elektricky rozněcovatelná zařízení (EID) při přítomnosti elektromagnetického prostředí na palubě plavidla. Externí EME může mít původ v instalovaných vysílačích (např. radiových vysílačích, radiolokátorech, zařízeních pro elektronický boj aj.) nebo nezamýšlených zdrojích (např. elektrické oblouky, spínače vysokých proudů atd.). V souhrnu představují tyto zdroje nebezpečí (předčasné odpálení) a snížení spolehlivosti (nefunkčnost EID nebo změnu funkčních charakteristik).

Elektromagnetické prostředí v místě zbraňových systémů se musí charakterizovat buď zkouškou nebo analýzou podle požadavků národních norem. Ověření a zkoušky pro EME jsou uvedeny v kategorii 508/3 a umožňují identifikaci susceptibility nebo maximální povolené prostředí (MAE). MAE jako výsledek těchto zkoušek jsou srovnatelné s EME kde se manipuluje s municí (přesun, skladování, ošetřování). V případě, kdy hodnoty EME překračují MAE munice, musí se činnosti provádět tak, aby se HERO snížilo na minimum. Pokud nejsou hodnoty EME známy, je třeba použít veškerá opatření pro snížení tohoto nebezpečí.

Navíc při transportu a nakládání s municí osobami se musí zajistit splnění požadavků norem HERP, aby nedošlo k ovlivňování munice při vystavení RF záření. V přístavu je zakázáno provozovat vysílače nebo radiolokátory při nabíjení nebo vybíjení munice.

13.6.11.3 HERF

HERF je zkratka pro elektromagnetické záření nebezpečné pro palivo. Výzkum v této oblasti je zaměřen na vyloučení nezamýšleného vznícení palivových výparů obloukem, který může vzniknout vlivem rádiové komunikace nebo provozu radiolokátorů při manipulaci s palivem. Zkoušky v prostředí lodě nebo laboratoří ukazují, že zatímco vznícení těkavých palivových výparů vlivem RF energie je možné, pravděpodobnost vznícení při běžné manipulaci s palivem je velmi malá a je daná celou řadou podmínek, které se musí vyskytnout současně. EME se musí charakterizovat pro ujištění, že v prostoru pro uložení paliva se nepřekračují meze HERF.

13.6.12 Protokol o interferenci

Závěry ze zkoušek EMI se musí uvést v protokolu o zkouškách elektromagnetické interference. Protokol musí obsahovat dostatečně podrobné analýzy a představuje základ pro případné opravné zásahy. Protokol musí obsahovat všechny potřebné informace. Minimálně musí obsahovat:

- a) Označení, číslo trupu, umístění plavidla a datum provedení zkoušky.
- b) Stručný popis zkušebního postupu pro kontrolu, že použitý postup byl vhodný. Vysvětlení, v případě, že se použil jiný zkušební postup a vliv na výsledky měření.
- c) Seznam elektrických zařízení, při jejichž provozu dochází k překročení požadovaných úrovní uvedených na obrázku 506-1.
- d) Výsledky vizuální kontroly a potvrzení, že případné nedostatky byly před začátkem zkoušky odstraněny.
- e) Přehled všech projevů interference, seznam všech zkoušených zařízení a jejich vliv na interferenci.
- f) Podrobný popis projevů interference s analytickou diskusí všech interferenčních projevů a doporučení pro jejich odstranění.
- g) Identifikaci antén, která musí obsahovat její číslo, popis, umístění a připojené zařízení.
- h) Certifikační dokument zkoušek EMI, který dokládá stav EMI zkoušeného plavidla.

13.6.13 Tabulky zkušebních údajů

Část zkušební dokumentace musí obsahovat tabulky zkušebních údajů, do kterých se zaznamenávají výsledky zkoušek. Každá osoba, která provádí monitorování specifického zařízení, musí použít tyto tabulky pro záznam všech projevů rušení sledovaného zařízení. Při sestavování závěrů zkoušky se tyto tabulky použijí pro vytvoření „Celkového přehledu interference“ a „Podrobného protokolu o interferenci“.

13.6.14 Celkový přehled interference

Celkový přehled interference podává přehled podmínek interference pro celé plavidlo. Vytváří se na základě informací zaznamenaných v tabulkách zkušebních údajů; což je seznam všech zkoušených elektronických zařízení a úrovní interference vztahující se k jednotlivým zařízením. Je třeba určit stupeň interference zařízení, které interferenci způsobuje a zařízení, které je ovlivňováno. Stupeň interference určuje důležitost úprav, které je třeba provést. Aktivní zařízení, jako jsou vysílače, které vykazují chyby vlivem energie přijímané z jiných vysílacích zařízení, se také musí uvést v seznamu monitorovaných zařízení.

13.6.15 Podrobný protokol o interferenci

Závěry o nezamýšleném rušení uvedené v „Celkovém přehledu interference“ se provedou v kapitole označené „Podrobnosti o interferenci“. V diskusi o jednotlivých podmínkách rušení se musí uvést následující informace:

- a) Označení řádku, kde je uvedeno aktivní zařízení, které je zdrojem interference a označení řádku, kde je uvedeno zařízení, které se monitoruje.
- b) Označení aktivního a monitorovaného zařízení zmíněného při výskytu interference.
- c) Kmitočet, kmitočty nebo kmitočtový rozsah interference, a zda se úroveň interference se změnou kmitočtu mění.
- d) Provozní režim každého zařízení, jako je amplitudová modulace (AM), netlumená vlna (CW), FSK, jedno postranní pásmo (SSB) nebo jiný (popsat)
a zda se interference mění v závislosti na změně provozního režimu.
- e) Charakteristika interference, jako širokopásmová, úzkopásmová, statické výboje, radiolokátor PRF, rušení displeje (např. zrnění), brum, šum, saturace, intermodulace, nebo jiné (popsat).
- f) Vliv interference, která způsobuje úplnou nebo částečnou ztrátu informace v signálu; např. šum zobrazovacích displejů, nebo vytvoření stojatého napěťového vlnění (VSWR).
- g) Důvod interference jako jsou vazby mezi anténami, ozáření radiolokátorem, susceptibilní kabely, oblouk na ostrých hranách, nedostatečné oddělení vysílaných a přijímaných kmitočtů nebo pronikání přes kryt.
- h) Zda jsou monitorovaná zařízení opatřena filtry, záslepkami nebo násobnými sdružovači a zda správně fungují.
- i) Doporučení pro odstranění nebo regulaci interference. Základní opravné akce podle technického hodnocení, fyzikálních hledisek a ekonomických ukazatelů. Je třeba se vyhnout řešením, která jsou sice technicky správná, ale nepraktická. Doporučuje se použít vhodné rozmístění.

13.6.16 Zkušební a znalecká certifikace

EMI znalecký posudek obsahuje zkušební a znalecký certifikát. Certifikační proces musí být ve shodě s národními postupy. Znalecký posudek musí být podepsán dozorovým orgánem nebo znalcem. Certifikační proces zajišťuje informace, které se týkají stavu každého zkoušeného plavidla nebo platformy.

13.7 Podrobné požadavky

Dobrým počátečním krokem je instalace vojenských zařízení ověřených z hlediska EMI na palubu plavidla. Navíc se musí zařízení instalovat v souladu s instalačními požadavky EMC. Tyto požadavky zajistí správné trasy kabelů, jejich dostatečný odstup pro minimalizaci vlivů EMI. Ve většině případů musí instalace platformy splňovat národní nebo EMC instalační požadavky.

Zvláštní pozornost se musí věnovat následujícím oblastem:

- a) Stíněné kabely.
- b) Zemnění/kostření stínění kabelů.

- c) Spojování kabelových ucpávek nebo kabelových trubek.
- d) Oddělení výkonových a citlivých datových kabelů.

13.8 Zemnění/kostření

Stínění kabelů, kovové kryty a kovové součásti se musí účinně zemnit. Cílem zemnění/kostření je vytvoření referenčního potenciálu na palubě plavidla. Zem nebo kostra na plavidlech s kovovým trupem se vytváří kovovou strukturou (ve spojení s vodou) samou. V případě plavidel s nekovovým trupem se musí jako zemnicí místo na trupu použít kovové desky. Zemnění/kostření se musí provádět ze dvou důvodů.

- a) Bezpečnost osob (ochranná kostra / ochranná zem).
- b) Elektromagnetická kompatibilita systému, pro snížení vyzařovaných emisí a zlepšení odolnosti.

POZNÁMKA Kostření se musí provádět velmi kvalitně, protože jinak se mohou v trupu tvořit svodové proudy, které zvyšují zmagnetování lodě a v místech elektrických spojů se může tvořit koroze (například při spojení ocel-hliník).

13.9 Bezpečnost osob

Ochranná kostra (ochranná zem) je nutná jako ochranné opatření proti nebezpečným proudům, které protékají lidským tělem. Jedná se o elektrické propojení, které zabraňuje, aby se na kovových částech elektrických strojů nebo zařízení vytvářel nebezpečný potenciální rozdíl vzhledem ke kostře plavidla. Vodiče elektricky spojují vodivé části krytů zařízení s externími vodivými částmi, ochrannými svorkami napájení, zemními body distribučního napájecího systému nebo vodivými částmi ostatních zařízení. Střídavé napětí na kovových částech nesmí v případě poškození kostry překročit 50 V. Běžná hodnota stejnosměrného odporu je menší než 100 mΩ.

13.10 Určení zemního odporu

V případě nekovového trupu lodě se musí použít síť kostřicích vodičů. Vodiče se používají z důvodu bezpečnosti osob a provozních důvodů. Nulové a ochranné vodiče, zemnicí proužky, zemní plochy, přístrojové rámy a všechny kovové kryty zařízení včetně stínících prvků kabelů se musí spojit s touto sítí. Aby bylo možno ověřit, zda je přenosový odpor celkové kostřicí sítě dostatečně vhodný pro dosažení vhodného stupně bezpečnosti, musí se provést jeho měření, zvláště v případě nekovového trupu.

13.10.1.1 Metoda měření

Metoda měření zemní impedance je popsána v kategorii 507, článek 14.5.2.4.

13.10.1.1.2 Velikost zemního odporu

Odpor mezi kosterou lodě a kosterou držáku ve skříni nebo při její absenci, částmi kovových krytů nesmí překročit hodnotu 0,05 Ω v případě rozvaděčů a 0,1 Ω v případě ostatních částí zařízení.

13.10.1.1.3 Elektromagnetická kompatibilita systému

Pro účely EMC zajišťuje propojení kovových částí srovnání rozdílných potenciálů. Vyžaduje se nízká impedance v pásmu provozních a rušivých kmitočtů. Kmitočtový rozsah a fyzické rozměry elektrického zařízení určují dosažitelné srovnání potenciálů a účinnost kostření. Obecně musí mít všechna spojení následující vlastnosti:

- a) Nízkou impedanci v kmitočtovém pásmu HF.
- b) Co nejmenší délku (malá indukčnost).
- c) Odolnost konektorů a vodičů proti vibracím.
- d) Odolnost proti korozi.
- e) Přístup pro pravidelnou kontrolu.

Kostření se vyžaduje pro vyrovnání potenciálů mezi jednotlivými částmi lodě, jako jsou kovové žebříky, dveře, průlezy, zábradlí a lodní trup.

Pro minimalizaci HF impedance propojovacích a zemních spojů (často označované jako pásky) musí být poměr délky k šířce menší než 1 : 5, pro minimalizaci RF impedance. Spojovací pásky nesmí mít vyšší impedance než 25 Ω při 30 MHz nebo 8 Ω při 10 MHz.

V případě nekovového trupu se HF kostra používá pro připojení HF kostry antény k zemní ploše. Tato zemní plocha je izolovaná od ostatní kostry s výjimkou spojovacích bodů zemní plochy lodě. Komunikační vysílače/přijímače mohou mít svou vlastní vloženou zemní plochu z důvodů optimálního umístění. Vložené vodiče musí spojit zemní plochu lodě a zemní plochu komunikačního systému. Impedance těchto vodičů musí být co nejnižší. Důvodem je skutečnost, že samotná vodní plocha tvoří zemní plochu a zpětné proudy z moře se mohou dostat zpět do antény. Nižší impedance zemnicích pásků snižuje proudový tok v obvodu vytvořeného ve vnitřní kabeláži lodě atd. A navíc se snižuje kapacita mezi vodou a anténou.

Spojovací a kostřicí spoje musí být přístupné z hlediska vizuální kontroly. Je třeba zajistit, aby tyto spoje nebyly pokryty barvou, mastnotou, odpadky, korozi atd.

13.10.2 Stíněné kabely

Stíněné kabely se používají pro zlepšení odolnosti signálů v kabelech proti okolnímu elektromagnetickému prostředí a pro snížení nezamýšlených emisí signálů, procházejících kabelem. Stínění každého kabelu se musí spojit se stínicími kryty na obou jeho koncích, jinak vznikají mezery, které mají za následek snížení účinnosti stínění a s tím spojené snížení odolnosti a zvýšení úrovně emisí. Nejlepší spojení je takové, kdy stínění vytvoří pevné spojení po obvodu (360°) se zemní plochou nebo kostrou. Toto se nejlépe provádí u kabelů s pevnými vodiči za použití vodivého těsnění a distančních podložek, které zajistí kruhové spojení se stíněním kabelu na obou stranách.

Nesmí se provádět připojení stínění způsobem nazývaným „prasečí ocas“, kdy se stínění zkrutí do úzkého svazku a připojí se ke kontaktu konektoru nebo jinému vodiči.

Stínění kabelu a kovového krytu se musí kvalitně spojit.

Kvalita stínění kabelu se vyjadřuje jako přenosová impedance nebo stínicí účinnost. Přenosová impedance se měří jako napětí indukované na jednotku délky na vnitřních vodičích kabelu při injektáži zkušebního proudu do vnějšího stínění. Může se použít pro jednotlivé vodiče nebo kabelovou/konektorovou sestavu. Stínicí účinnost je poměr (v dB) napětí nebo proudu indukovaného ve středním vodiči / vodičích kabelu, který se generuje vlivem elektromagnetického pole za použití stínění a bez stínění.

V případě kabelů procházejících trupem se musí stínění kabelů připojovat po celém obvodu (360°) bodu prostupu k trupu, struktuře, palubě, přepážce nebo stínicímu krytu. Při instalaci kabelu na platformu se musí periodicky kontrolovat vodivost z hlediska EMC.

13.10.3 Spojování kabelových ucpávek nebo kabelových trubek

Kabely, kabelové žlaby, vlnovody a potrubí, které procházejí trupem (nebo do stíněného prostoru) se musí chránit před pronikáním vlivů externího elektromagnetického prostředí (EME) do vnitřního prostoru trupu a zařízení. Vlnovody, trubky, kovové průchody a výfuková potrubí, které vedou po vrchní palubě a procházejí palubou nebo přepážkou se musí v místě průniku kostřit.

Pro ochranu uvnitř systému a v podpalubí před vlivem vlastních plavidlových vysílačů, se musí vnější část všech stíněných a kovových kabelů, kabelových žlabů, vlnovodů a potrubí které procházejí trupem (nebo do stíněného prostoru) vodivě spojit s kostrou trupu a propojit po celém obvodu (360°). Instalace kabelů, kabelových prostupů se řídí speciálními národními instalačními požadavky.

Po provedení instalace se musí provést zkoušky vodivosti, jestli je instalace provedena správně. Článek 13.10.3.5 poskytuje postup pro zkoušky kabelových prostupů.

13.10.3.1 Zkouška kabelových prostupů

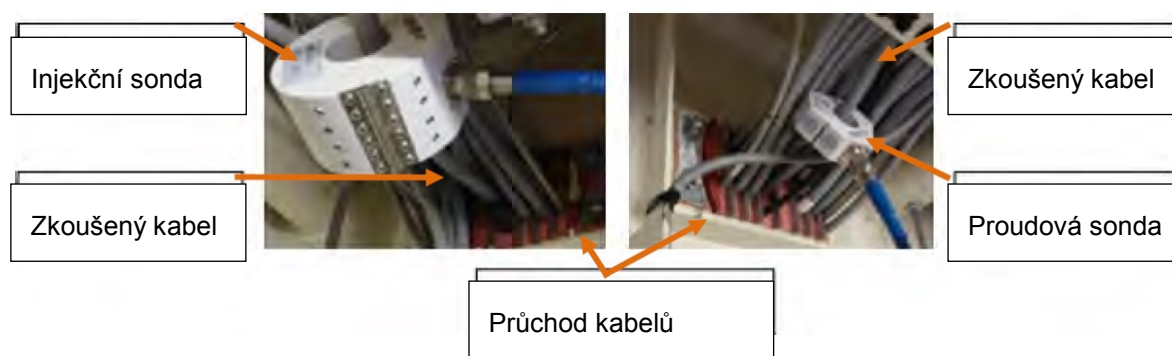
Stíněné kabely se používají při instalaci pro zamezení vytváření nezamýšlených proudů vznikajících vlivem externích elektromagnetických polí ve vnitřních vodičích kabelů. Tyto nezamýšlené proudy tečou stíněním kabelu a je tedy velmi důležité, aby se tyto proudy nezanesly do vnitřku plavidla nebo kabin/krytů. Pro zabránění této situace musí být stínění kabelu galvanicky připojeno po celém obvodu k plavidlu/krytům. Toto se provádí různým způsobem použitím kabelových nosičů, kabelových těsnění, zalitím atd. Tyto způsoby musí umožnit pravidelné prohlídky bez potřeby rozebírání.

13.10.3.2 Metoda

Do stínění kabelu se na straně prostupu injektuje proud se zvoleným kmitočtem. Amplituda tohoto proudu se měří na obou stranách prostupu. Rozdíl naměřených úrovní dává představu o oddělení tohoto kabelu pro daný kmitočet.

13.10.3.3 Provedení měření

Do stínění kabelu je třeba injektovat přibližně 10 W. Při zkoušce se nesmí kabelem pohybovat. Kostření stínění se nesmí v průběhu zkoušky měnit. Obrázek 506-3 ukazuje uspořádání při zkoušce. Injektážní a proudová sonda se musí izolovat od měděné plochy.



OBRÁZEK 506-3 – Uspořádání při měření prostupu kabelu

13.10.3.4 Volba zkušebních kmitočtů

Nejdůležitější kmitočty pro vyšetřování jsou 2 MHz, 5 MHz a 10 MHz. U důležitých kabelů se musí také vyšetřovat rezonanční kmitočty s ohledem na jejich délku. Rozmítání v kmitočtovém rozsahu 2 MHz až 30 MHz dává nejlepší přehled o rezonancích a útlumu.

13.10.3.5 Postup při zkoušce držáku více kabelů

- Připojit injektážní a měřicí sondu co nejbližše držáku kabelů, které se ověřují.
- Na signálovém generátoru nastavit požadovaný kmitočet. Ověřit, že se skutečně jedná o správnou hodnotu.
- Nastavit výstupní úroveň signálového generátoru tak, aby na výstupu zesilovače byla úroveň asi 10 W (zkontrolovat, zda nedošlo k saturaci vstupu zesilovače).
- Spektrální analyzátor nastavit na stejný kmitočet jako signálový generátor. Zkontrolovat, že vstupní útlumový člen je nastaven na funkci AUTO a vstupní impedance je 50 Ω . Funkci SPAN nastavit podle potřeby. Vyčkat až dojde k ustálení parametrů spektrálního analyzátoru. Zkontrolovat, zda je indikovaná úroveň signálového generátoru ve vhodné podobě. (Signálový generátor: dBm výkonový zesilovač: W). Zkontrolovat, zda je indikovaná úroveň spektrálního analyzátoru v odpovídajícím formátu (Injektáž: dBm)
- Odpojit proudovou sondu a připojit ji na druhou stranu prostupu. Zkontrolovat, že se jedná o stejný kabel.
- Zkontrolovat, zda úroveň indikovaná spektrálním analyzátozem má správné měřítko (dBm).
- Pomocí tabulkového procesoru určit útlum.

13.10.4 Oddělení výkonových a citlivých datových kabelů

Pro zabránění nízkofrekvenčních přeslechů, RF vazeb nebo nesprávného chování kabelů a instalací jako nezamýšlených antén se musí použít svazkování a trasování kabelů. Pro snížení emisí a zvýšení odolnosti kabelů se tyto svazkují kolem

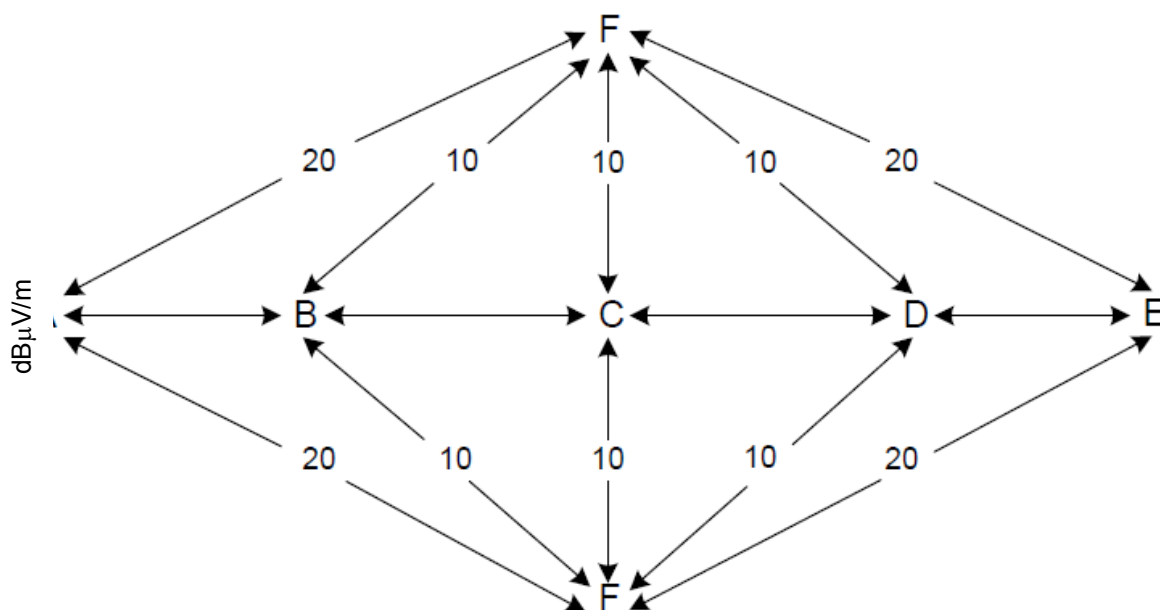
paralelního zemního vodiče, který je na obou stranách připojen k zemní svorce zařízení. Na palubě plavidla se toto provádí instalací do blízkosti kovových struktur plavidla nebo do kovového kabelového držáku. Kabelové držáky mají formu průběžné velmi dobře vodivé kovové struktury po celé délce na obou stranách a musí být spojeny (ve všech spojích) tak, aby se vytvořila co nejkratší zpětná cesta pro emise v nesymetrickém režimu. Všechny kabely umístěné mimo strukturu plavidla se musí stínit kovovým materiálem. Kabely se musí rozdělit do kategorií podle druhů signálů, které jimi protékají. Oddělování a sdružování kabelů podle kategorií je také součástí vytváření kabelových tras.

Tabulka 506-4 obsahuje přehled různých typů propojovacích kabelů odpovídajících kategorií. Nezávisle na systému se mohou sdružovat kabely stejných kategorií s výjimkou kategorie F.

Pro zajištění EMC oddělte jednotlivé kabely nebo kabelové svazky různých kategorií, které vedou souběžně. Kabely pro antény přijímačů, radiolokátory, sonarová zařízení a echoloty se musí opatřit dvojitým stíněním nebo se musí umístit do ochranných kovových trubek. Dále se musí zkontrolovat oddělovací vzdálenosti mezi napájecími kabely, kterými tečou velké proudy a citlivými kabely a v případě neshody provést úpravy. Obrázek 506-5 uvádí oddělovací vzdálenosti mezi kategoriemi kabelů. Oddělovací vzdálenost mezi kabely kategorie A a C je např. 150 mm (3 mm × 50 mm). Vzdálenost mezi kabely vysílačů/přijímačů (kategorie F) je 200 mm.

TABULKA 506-4 – Kategorie kabelů podle hodnocení emise/odolnost

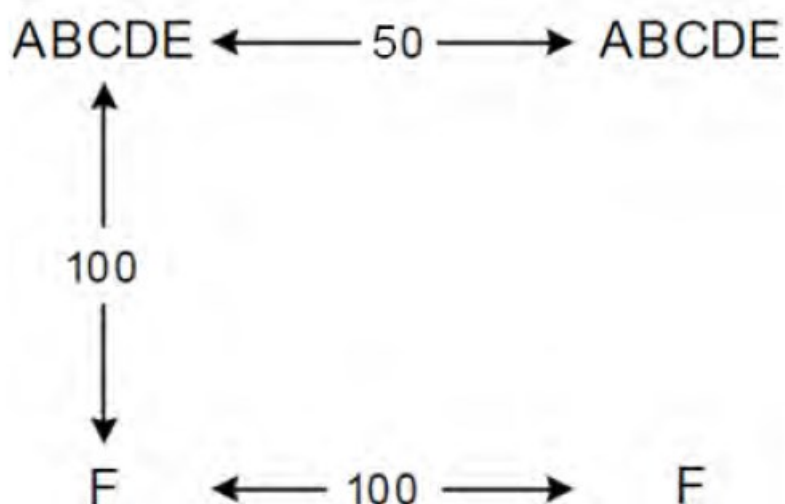
Hodnocení emise/odolnost	Úroveň		Kategorie kabelu	Použitelnost
	DC a LF	HF a Impulzní		
Extrémně citlivé	1 mV ↓	1 μV ↓	A	Kabely rádiových přijímačů Kabely TV přijímačů Kabely sonarů a echolotů Kabely videosignálu
Citlivé	100 mV ↓	10 μV ↓	B	Signálové kabely důležité z hlediska napětí, kmitočtu a fáze Synchronizační kabely (400 : 1 100 Hz) Kabely pro analogové a digitální signály s nízkou úrovní
	24 V ↓			
Nedůležité	440 V ↓	3 V ↓	C	Napájecí kabely Telefonní kabely Kabely k reproduktorům Řídicí signálové kabely Poplachové kabely Kabely s vysokým proudem (< 300 A)
Potenciálně rušivé	↓	30 V ↓	D	Rozvaděčové kabely Hovorové kabely Kabely impulzních signálů s nízkým výkonem Napájecí kabely pro serva Řídicí kabely širokopásmových zesilovačů Kabely pro digitální signály s vysokou úrovní
Extrémně rušivé	↓	↓	E	Anténní kabely vysílačů Kabely s vysokým proudem (> 300 A) Signálové kabely s vysokým impulzním výkonem Kabely pro tranzistorové zdroje s velkým výkonem Sonarové a echolotové vysílací kabely
Extrémně citlivé a extrémně rušivé	1 000 V	1 000 V	F	Kabely radiostanic Kabely převodníků Kabely vysílačů nebo přijímačů echolotů
Necitlivé a nerušící			Z	Optická vlákna



OBRÁZEK 506-4 – Oddělovací vzdálenosti mezi kategoriemi kabelů

POZNÁMKA Kabely stejné kategorie A, B, C, D nebo E je možno uspořádat do svazků bez oddělovací vzdálenosti.

Pokud se používají stíněné kabely s vysokou kvalitou stínění a jsou správně nainstalované, může konstrukční organizace snížit tyto vzdálenosti na 50 mm mezi kabely kategorií A, B, C, D anebo E a na 100 mm mezi kabely kategorie F a ostatními kabely.



OBRÁZEK 506-5 – Oddělovací vzdálenosti mezi kategoriemi kabelů v mm, případně použití kabelů s velmi kvalitním stíněním.

14 KATEGORIE 507 – ZKOUŠKY POZEMNÍCH PLATFOREM A SYSTÉMŮ

14.1 Související dokumenty

14.1.1 Normativní

- [1] DEF STAN 59-411 ELECTROMAGNETIC COMPABILITY, PART 4, PLATFORM AND SYSTEM TESTS AND TRIALS
Část 4 Elektromagnetická kompatibilita, Část 4, zkoušky a posuzování platforem a systémů
- [2] VG 95370 ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY;
ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF AND IN SYSTEMS (IN GERMAN ONLY)
Elektromagnetická kompatibilita; Elektromagnetická kompatibilita uvnitř a vně systémů (pouze v Německu)
- [3] Directive 2004/104/EC RADIO FREQUENCY (ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY) OF VEHICLES
Rádiové kmitočty (elektromagnetická kompatibilita) vozidel
- [4] AECTP-501 EQUIPMENT & SUB SYSTEM EMI TESTING
Zkoušky vlivů elektromagnetického prostředí – Zkoušky zařízení a podsystémů
- [5] AECTP-508 ORDNANCE TEST AND VERIFICATION PROCEDURES
Zkoušky vlivů elektromagnetického prostředí
LEAFLET 508/1 – GUIDANCE FOR TESTING THE ELECTROMAGNETIC VULNERABILITY OF ORDNANCE AND WEAPON SYSTEMS
Část 508/1 Návod pro zkoušky Elektromagnetické zranitelnosti výzbroje a zbraňových systémů
LEAFLET 508/3 – HAZARDS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION TO ORDNANCE TEST PROCEDURES
Část 508/3 Zkušební postupy pro nebezpečné vyzařování z hlediska výzbroje (HERO)
- [6] ČSN EN 61000-4-6 ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) PART 4-6: TESTING AND MEASUREMENT TECHNIQUES – IMMUNITY TO CONDUCTED DISTURBANCES, INDUCED BY RADIO- FREQUENCY FIELDS
Elektromagnetická kompatibilita EMC) – část 4-6: Zkušební a měřicí technika – Odolnost proti rušením šířeným vedením, indukovaným vysokofrekvenčními poli

- [7] SDIP-29 FACILITY DESIGN CRITERIA AND INSTALLATION OF EQUIPMENT FOR THE PROCESSING OF CLASSIFIED INFORMATION
Požadavky a postupy ověření TEMPEST NATO
- [8] NACSEM 5112 NONSTOP EVALUATION TECHNIQUES
Techniky vyhodnocování NONSTOP
- [9] MIL-HDBK-1857 GROUNDING, BONDING AND SHIELDING DESIGN PRACTICES
Návrhy kostření, spojování a stínění
- [10] MIL-STD-1275 CHARACTERISTICS OF 28 VOLT DC ELECTRICAL SYSTEMS IN MILITARY VEHICLES
Charakteristiky elektrických systémů se stejnosměrným napájením 28 V ve vojenských vozidlech
- [11] VG 95375 ELECTROMAGNETIC COMPABILITY – FUNDAMENTALS AND MEASURES FOR DEVELOPMENT OF SYSTEMS, GROUNDING
Základy a měření při vývoji systémů, kostření
- [12] VG 95376 ELECTROMAGNETIC COMPABILITY – FUNDAMENTALS AND MEASURES FOR DEVELOPMENT OF SYSTEMS, SCREENING
Základy a měření při vývoji systémů, stínění
- [13] STANAG 2345 MILITARY WORKPLACES – FORCE HEALTH PROTECTION REGARDING PERSONNEL EXPOSURE TO ELECTRIC, MAGNETIC, AND ELECTROMAGNETIC FIELDS, 0 HZ TO 300 GHZ
Vojenská pracoviště – ochrana zdraví u jednotek související s vystavením personálu působení elektrických, magnetických a elektromagnetických polí od 0 Hz do 300 GHz
- [14] ECC/REC/ (02) MEASURING NON-IONISING ELECTROMAGNETIC RADIATION (9 KHZ – 300 GHZ)
04 Měření neionizujícího elektromagnetického vyzařování (9 kHz až 300 GHz)
- [15] ANSI/IEEE C95.3 IEEE RECOMMENDED PRACTICE FOR MEASUREMENTS AND COMPUTATIONS OF RADIO FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS WITH RESPECT TO HUMAN EXPOSURES TO SUCH FIELDS 100 KHZ – 300 GHZ
Doporučené postupy pro měření a výpočet elektromagnetického pole s ohledem na vystavení člověka polím o kmitočtech 100 kHz až 300 GHz
- [16] EU Directive 2006/95/EC LOW VOLTAGE DIRECTIVE
Směrnice pro nízké napětí

- [17] AECTP-259 INTRA-SYSTEM ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTS – ELECTRICAL POWER QUALITY
Kvalita elektrického napájení a elektromagnetické prostředí mezi systémy.
- [18] AECTP-258 ELECTROMAGNETIC RADIATION ENVIRONMENT
Vysokofrekvenční elektromagnetické prostředí (EME).
- [19] AECTP-256 NUCLEAR ELECTROMAGNETIC PULSE
Jaderný elektromagnetický impulz
- [20] AECTP-252 RADIO FREQUENCY AMBIENT ENVIRONMENTS
Prostředí rádiových kmitočtů (RF)
- [21] ITU-R P-372-8 CHARACTERISTICS AND APPLICATION OF ATMOSPHERIC RADIO NOISE DATA;
Charakteristiky a použití údajů atmosférického rušení
- [22] MIL-STD-464 ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL EFFECTS REQUIREMENTS FOR SYSTEMS
Účinky elektromagnetického prostředí - Požadavky na systémy
- [23] Def Stan 59-411 ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY
Elektromagnetická kompatibilita
- [24] MIL-HDBK-240 HAZARDS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION TO ORDNANCE (HERO) TEST GUIDE
Zkušební návod nebezpečného vyzařování s ohledem na výzbroj (HERO)
- [25] GAM DRAM 01 GENERAL SPECIFICATION FOR EEDs AND THEIR INTEGRATION IN MUNITIONS AND WEAPON SYSTEMS USED IN AN ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT
Obecná specifikace elektricky rozněcovatelných zařízení a jejich integrace v munici proti vlivům elektromagnetického záření
- [26] GAM DRAM 02 SAFETY REQUIREMENTS TO IMPLEMENTA IN ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT FOR SYSTEMS AND MUNITIONS EMBODYING EEDs
Bezpečnostní instrukce pro vytvoření podmínek pro použití systémů a munice, které obsahují elektricky rozněcovatelná zařízení v elektromagnetickém prostředí, AECTP-500, 3. vydání, Kategorie 507
- [27] STANAG 4145 NUCLEAR SURVIVABILITY CRITERIA FOR ARMED FORCES MATERIAL AND INSTALATION – AEP-4
Kritéria odolnosti vojenského materiálu a zařízení vůči účinkům jaderného výbuchu
- [28] AEP-18 THE NATO USERS GUIDE TO EMP TESTING

AND SIMULATION

Uživatelská příručka pro postupy a způsoby testování elektromagnetického impulsu

- [29] IEEE 299 IEEE STANDARD METHOD FOR MEASURING THE EFFECTIVENESS OF ELECTROMAGNETIC SHIELDING ENCLOSURES
Normativní metoda pro měření stínící účinnosti krytů
- [30] MIL-STD-220 METHOD OF INSERTION LOSS MEASUREMENT
Metoda měření vložného útlumu
- [31] ISO 7637 ELECTRICAL DISTURBANCES FROM CONDUCTION AND COUPLING, AND ELECTRICAL TRANSIENT CONDUCTION ALONG SUPPLY LINES OF ROAD VEHICLES
Elektrické rušení vedením a vazbou a šíření elektrických přechodových jevů po napájecím vedení silničních vozidel
- [32] ISO 8528 RECIPROCATING INTERNAL COMBUSTION ENGINE DRIVEN ALTERNATING CURRENT GENERATING SETS
Střídavá zdrojová soustrojí poháněná pístovými spalovacími motory

14.1.2 Informativní

- [33] AECTP-510 MISCELLANEOUS TESTS
Různé zkoušky
LEAFLET 1 – ELECTROMAGNETIC SHIELDING ENCLOSURES TEST PROCEDURES
Část 1 - Zkušební postupy ověřování elektromagnetického stínění krytů
- [34] MIL-STD-461 REQUIREMENTS FOR THE CONTROL OF ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE CHARACTERISTICS OF SUBSYSTEMS AND EQUIPMENT
Požadavky na kontrolu charakteristik elektromagnetické interference subsystémů a zařízení
- [35] VG 95373-1 ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY
ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF EQUIPMENT. PART 1 FUNDAMENTALS
Elektromagnetická kompatibilita, elektromagnetická kompatibilita zařízení, Část 1 - Základy
- [36] VG 95374-4 ELECTROMAGNETIC COMPABILITY (EMC) INCLUDING ELECTROMAGNETIC PULSE (EMP) AND LIGHTING PROTECTION – PROGRAM AND PROCEDURES – PART 4: PROCEDURES FOR SYSTEMS AND EQUIPMENT
Elektromagnetická kompatibilita (EMC) včetně

elektromagnetických impulzů (EMP) a ochrany proti blesku – program a postupy – postupy pro systémy a zařízení, doporučení pro určení požadované třídy mezi zařízení

- [37] VG 96916-5 ELECTRICAL SYSTEMS FOR LAND VEHICLES – PART 5: DC NETWORKS, TECHNICAL SPECIFICATION, REQUIREMENTS FOR ELECTRICAL SYSTEMS AND COMPLIANCE TESTS ON SYSTEM AND COMPONENT LEVEL
Elektrické systémy pozemní vozidla – část 5: stejnosměrné sítě, technické specifikace, požadavky na elektrické systémy a ověřovací zkoušky na úrovni systému a komponent
- [38] VG 98916-10 ELECTRICAL SYSTEMS FOR LAND VEHICLES – PART 10: AC NETWORKS, 115/200 V, 400 Hz, THREE-PHASES, TECHNICAL SPECIFICATION
Elektrické systémy pro pozemní vozidla – část 10: střídavé sítě, 115/200 V, 400 Hz, třífázové, technické specifikace

14.2 Zkratky

V této kategorii se používají následující zkratky:

Zkratka	Název v originálu	Český název
APC	Armoured Personnel Carrier	obrněný transportér
C ³ I	Command, Control, Communications and Intelligence	velení, řízení, komunikace a zpravodajství
CCTV	Closed Circuit Television	uzavřený TV okruh
CDN	Coupling and Decoupling Networks	vazební a oddělovací síť
CRT	Cathode Ray Tube	obrazovka s katodovou trubicí
CW	Continuous Wave	Netlumená vlna
ČTÚ	-	Český telekomunikační úřad
E3	Electromagnetic Environmental Effects	vlivy elektromagnetického prostředí
EID	Electrically Initiated Device	elektricky rozněcovatelné zařízení
EM	Electromagnetic	elektromagnetický
EME	Electromagnetic Environment	elektromagnetické prostředí
EMC	Electromagnetic Compatibility	elektromagnetická kompatibilita
EMCON	Emission Control	regulace emisí
EMI	Electromagnetic Interference	eelektromagnetická interference

Zkratka	Název v originálu	Český název
EMP	Electromagnetic Pulse	elektromagnetický impulz
EMSEC	Electromagnetic Security	elektromagnetická bezpečnost z hlediska úniku informací
EMV	Electromagnetic Vulnerability	elektromagnetická zranitelnost
ESD	Electrostatic Discharge	elektrostatický výboj
EW	Electronic Warfare	elektronický boj
G/B	Grounding/Bonding	kostření/spojování
HEMP	High Altitude Electromagnetic Pulse (i.e. exo-atmospheric)	elektromagnetický impulz ve velké výšce (tj. exosférický)
HERF	Hazards of Electromagnetic Radiation to Fuel	nebezpečné elektromagnetické vyzařování pro pohonné hmoty
HERO	Hazards of Electromagnetic Radiation to Ordnance	nebezpečné elektromagnetické vyzařování pro zbraně
HERP	Hazards of Electromagnetic Radiation to Personnel	nebezpečné elektromagnetické vyzařování pro osoby
HPM	High Power Microwave	výkonové mikrovlny
LISN	Line Impedance Stabilization Network	impedanční stabilizační síť napájení
MNFS	Maximum No Fire Stimulus	maximální úroveň, při které nedojde k roznětu
MOTS	Military Off The Shelf	nevyvíjené vojenské zařízení
NEMP	Nuclear Electromagnetic Pulse	jaderný elektromagnetický impulz
OATS	Open Air Test Site	otevřené měřicí místo
RADHAZ	Radiation Hazard	nebezpečné elektromagnetické vyzařování
RAM	Radio Frequency Absorbent Material	absorpční materiál pro RF kmitočty
RCS	Radar Cross Section	oblast činnosti radiolokátoru
RF	Radio Frequency	rádiové kmitočty
SREMP	Source Region Electromagnetic Pulse	zdrojová oblast elektromagnetického impulzu
S/V	Source/Victim	zdroj-oběť
SUT	System under test	zkoušený systém
VIP	Vehicle Interface Panel	panel rozhraní vozidla
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio	poměr stojatých napěťových vln

14.3 Cíl

Cílem této kategorie je zajištění, že návrh a výroba taktických pozemních platform a systémů bude splňovat a demonstrovat provozní a funkční vlastnosti (pokud se používají) při provádění zkušebního a ověřovacího programu pro zjištění vlivů elektrického/ elektromagnetického prostředí (E3). Toto umožňuje ohodnocení vozidlových elektrických zařízení a příslušenství, zbraňových systémů umístěných na platformě a instalovaných rádiových komunikačních systémů. E3 požadavky jsou rozděleny pro potřeby národního schvalovacího orgánu pro případ tvorby Zkušebního a ověřovacího programu E3. Ne všechny členské státy mají k dispozici specializované zkušebny, zkušební rozsahy a zkušební polygony k provedení zkoušek podle požadavků této kategorie.

Zde uvedené požadavky nejsou určeny jako samostatné požadavky E3 zkoušek a ověřovacích postupů specifikované pro dodávku. Nejprve je nutné odsouhlasit akvizičním orgánem následující položky:

- a) Požadavky použitelné pro zkoušenou platformu.
- b) Režimy provozu použité při zkouškách nebo při demonstraci.

Tato kategorie přebírá celou řadu existujících požadavků E3 z aktuálních verzí národních norem, jako jsou VG 95370 [2], DEFSTAN 59-411 [1] a MIL-STD-464 [22]. Starší verze poskytovaly osvědčené požadavky E3 použitelné pro pozemní platformy a systémy.

14.4 Použitelnost a požadavky

14.4.1 Použitelnost

Termíny jako platforma a vozidlo, zde používané, představují vojenská vozidla, mobilní pracoviště umístěná v kontejnerech nebo mobilní instalace. S ohledem na komunikační podsystémy je tato kategorie použitelná pro pevné, přemístitelné a mobilní instalace a komunikační systémy, pro vysílače a přijímače, umístěné ve společném prostoru.

Tato kategorie podrobně popisuje E3 požadavky a zkušební postupy použitelné pro pozemní platformy a systémy. Celá řada požadavků spadá do běžné agendy národní organizace pro schvalování odpovědné za E3, ale některé požadavky jako je např. EMSEC, elektrická bezpečnost, kvalita napájení a RADHAZ, spadají pod působnost jiných národních orgánů. Tato kategorie sdružuje tyto disciplíny pro zajištění úzké spolupráce a koordinace mezi různými organizacemi pro zajištění co nejlepší harmonizace požadavků E3. Příkladem může být návrh filtrů, které zabezpečují požadavky pro EMI, EMP a EMSEC, nebo zemní pásy navržené tak, aby splňovaly požadavky EMC i elektrické bezpečnosti. Existuje významný průnik požadavků E3 a požadavků dalších disciplín, kdy není možno požadavky na vývoj provádět izolovaně. V této kategorii jsou provedeny odkazy na vhodné normy NATO, národní a další mezinárodní normy.

Národní organizace pro schvalování musí rozhodnout, zda jsou použitelné dodatečné požadavky nebo zda je pro zajištění celkového ověření platformy potřebné požadavky rozšířit. Oblast dodatečných požadavků může obsahovat elektrostatický výboj (ESD), úder blesku, ohrožení elektrickým polem (RADHAZ), vliv radiolokátoru (RCS), elektronický boj (EW), použití elektromagnetických zbraní jako je jaderný výbuch (NEMP), výkonové mikrovlny (HPM) a EMSEC.

Před zahájením E3 ověřovacího zkušebního programu je nutné odsouhlasit zkušební dokumentaci akvizičním orgánem.

Požadavky elektromagnetické interference (EMI) jednotek a zařízení podsystémů použitých na platformě nebo v systému se definují v AECTP kategorie 501.

14.4.2 Všeobecné požadavky

Při studiu kategorie 507 se musí používat informace a musí být splněny požadavky kategorie 504.

14.4.3 Požadavky na ověření

Pro ověřování se musí použít požadavky kategorie 501. Podrobnější popis je uveden v této kapitole.

14.4.4 Zkušební místa

14.4.4.1 Zkušební prostředí

Při měření EMI emisí se pro pozemní platformy používá semianechoická komora. Existují rozměrová omezení a je třeba se přizpůsobit dostupnému zkušebnímu zařízení. Někdy se může zdát z rozměrových důvodů výhodnější měření v jiném prostředí (např. otevřené měřicí místo). V příloze A této kategorie jsou uvedeny všeobecné informace.

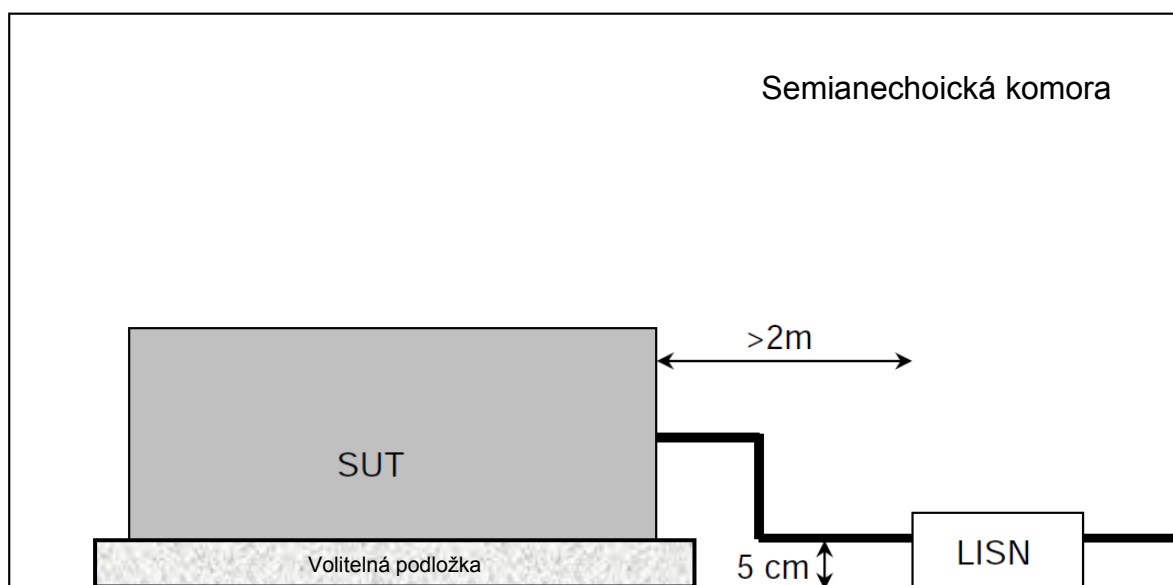
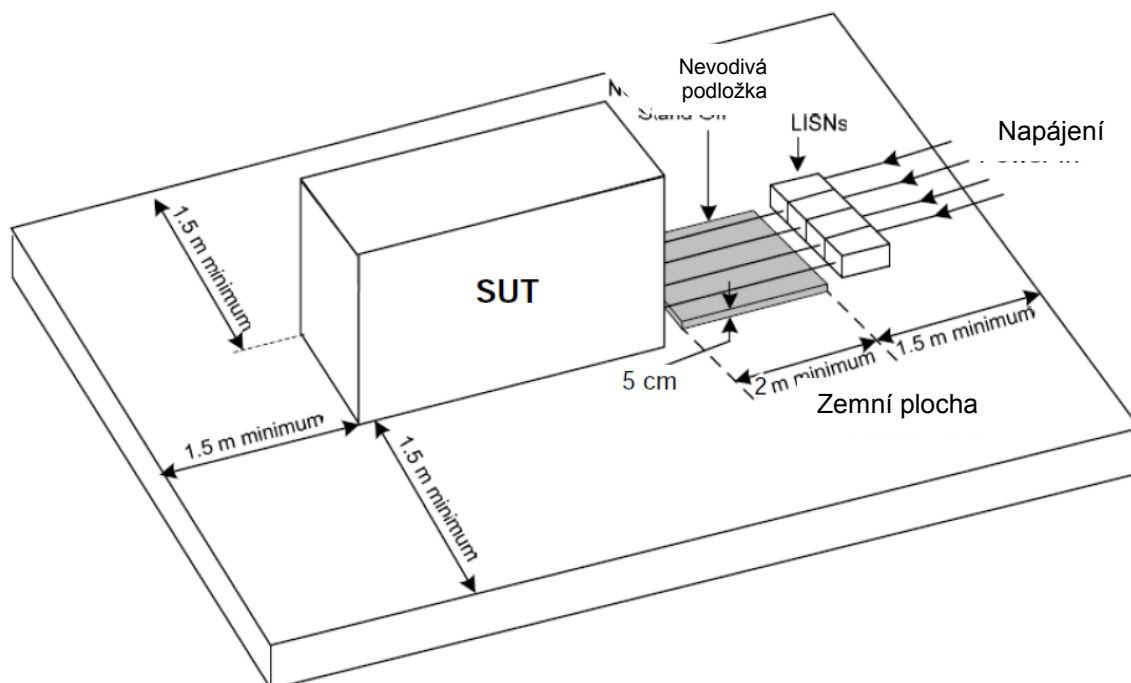
14.4.4.2 Zemní plocha

Zkušební uspořádání včetně zemní plochy se musí co nejvíce přibližovat skutečnému provoznímu stavu zkoušeného zařízení. Nezávislý/samostatný pozemní systém se musí umístit tak, aby se zachoval zemnicí systém použitý při instalaci. Pozemní platforma, která se bude integrovat s ostatními systémy, se musí instalovat na zemní ploše, která musí přesahovat minimálně o 1,5 m hranice platformy. Tato zemní plocha se musí v případě napájení z veřejné rozvodné sítě nebo centrály nízkého napětí připojit k ochranné zemi. Zemní plocha se může vytvořit z hliníku, místo používané mosazi, pokud se jedná o dočasné opatření. V každém případě je třeba tuto skutečnost ověřit podle národních elektrických požadavků. Pokud není praktické umístit platformu na zemní plochu, pak se musí zemní plocha vytvořit a umístit v bezprostřední blízkosti hranic platformy a spojit s platformou v pravidelných intervalech (tj. nejméně ve vzdálenosti 1 m). V případě, že se zkoušené zařízení v konečné instalaci nebude umisťovat na zemní plochu, musí se při zkoušce použít izolační podložka o síle 50 mm. Veškeré propojení zkoušeného zařízení a zemní plochy se musí provést originálními konektory a spojovacími prvky, které se budou používat v konečné instalaci.

14.4.4.3 Délka a uspořádání propojovacích vodičů platformy

Požadavky uvedené v [1] platí pro měření se stíněné komoře. V případě OATS musí být délka napájecích kabelů mezi 2 m a 5 m, ale v případě nutnosti je možné použít i jiné délky kabelů. Jako vhodné se jeví použití vhodného zakončení napájecích kabelů pomocí impedanční stabilizační sítě napájení (LISN) viz obrázek 507-1 nebo vazební sítě (CDN) viz obrázek 507-2 (podrobnosti jsou uvedeny v ČSN EN 61000-4-6 [6]). Požadavky na signálové a řídicí vodiče jsou pro OATS také jiné. Propojovací

kabely mezi vnitřními jednotkami platformy musí být co nejkratší a vstupní a výstupní kabely musí mít stejnou délku. Skutečné rozložení kabelů se musí zaznamenat a uvést ve zkušební protokol.



OBRÁZEK 507-1 – Příklad uspořádání samostatných SUT s připojením napájení

14.4.4.4 Podmínky při měření

Sledovat se musí následující podmínky:

- Zajistit správnou činnost všech funkcí vozidla a všech instalovaných zařízení a podsystémů pro všechny předvídatelné provozní režimy a zkušební podmínky.

- b) Veškeré zkušební zařízení se musí kalibrovat v návaznosti na národní normy.
- c) Zkušební zařízení se musí zvolit tak, že citlivost měřených parametrů je dostatečná pro ověření požadovaných mezí nebo specifikací.
- d) V závislosti na elektromagnetickém pozadí, zvláště na otevřeném měřicím místě, se musí provést měření okolního elektromagnetického pozadí. V průběhu měření okolního prostředí musí veškeré zařízení, které není součástí zkoušeného zařízení, pracovat tak, jak tomu bude při vlastní zkoušce.
- e) Pokud je zkoušená platforma vybavena vysílacími anténami, jejichž vyzařovací diagram se může měnit buď mechanicky, nebo elektricky, pak je nutno nastavení elektrického zaměřování specifikovat pracovníkem projekční organizace. Ujistit se, že naladění a přizpůsobení antén odpovídá očekávaným provozním charakteristikám.
- f) Veškeré zkušební uspořádání se musí zaznamenat a vyfotografovat (pokud je to možné).

Během externích RF EME zkoušek platformy se musí zajistit následující podmínky:

- a) Celá platforma se musí ozařovat uniformním signálem tak, aby se co nejlépe demonstrovala její odolnost.
- b) Platforma se musí při každém ozařování napájet a zkušební obsluhou reálně provozovat. Aby nedošlo k nebezpečnému ozáření obsluhy, musí se používat ochranné pomůcky.
- c) Při zajištění reálného provozu při ozařování, včetně komunikace se základnovou stanicí nebo sekundárním komunikačním zařízením se musí doba ozařování každým kmitočtem pohybovat v rozmezí jednotek až stovek sekund. Typická hodnota setrvání kmitočtu při ozařování musí být delší než 3 s nebo do odezvy zařízení.
- d) Při zkouškách ozařování se doporučuje měnit orientaci platformy podle potřeby.
- e) Zkoušky susceptibility se musí provádět podle metod popsanych v kategorii 501 článek 8.6.6.10.4. Pokud počet provozních režimů, orientací platformy, modulací polarizací atd. vedl k velkému počtu jednotlivých zkoušek a tím i k vysoké časové náročnosti, pak může národní schvalovací orgán snížit počet zkušebních kmitočtů a doby setrvání. Pokud to schválí národní schvalovací orgán, musí RF ozařování obsahovat modulace, které se na platformě mohou vyskytnout během životního cyklu.
- f) Pro správnou stimulaci platformy je nutné použít různé druhy modulace (přednostně AM, ale některé FM a PM je možno zvolit na základě prvotní analýzy).

14.5 Zkoušky

14.5.1 Všeobecné

Položky E3 zkušebního a ověřovacího programu použitelné pro pozemní platformy a systémy jsou uvedeny v tabulce 507-1.

Není k dispozici žádná zkušební matice. Konečná volba zkoušek a ověření se musí vztahovat k použití specifické zkoušené platformy a ne k typu, třídě nebo řadě platformy. Například obrněný transportér (APC) může být uspořádán tak, že slouží několika rozdílným účelům. Ne všechny obrněné transportéry stejné řady budou mít rádiové komunikační podsystémy, zbraně nebo požadavky COMSEC.

TABULKA 507-1 – Položky E3 programu použitelné pro pozemní platformy a systémy

Požadavek	Položka	Použití
1	Kontrola uspořádání	A
2	Kontrola základních funkcí	A
3	Inspekce instalace z hlediska EMSEC	P
4	Kostření a spojování	A
5	Vyhledávání HERP, HERF, HERO	P
6	Elektrická bezpečnost	A
7	Kvalita AC/DC napájení	P
8	Elektromagnetická kompatibilita, vnitřní systémy	A
9	Elektromagnetická kompatibilita, vnější systémy	A
10	Vyzařovací diagramy antén	P
11	Zhoršení komunikace na stanovišti nebo při jízdě	P
12	Regulace emisí (EMCON)	P
13	Elektromagnetické impulzy	P
14	Stínící účinnost	P

LEGENDA

A – zkouška se požaduje pro všechna zařízení na tomto typu platformy.

P – zkouška se požaduje za určitých podmínek. Zkoušku musí specifikovat/zvolit Národní schvalovací orgán. Podrobné podmínky, za kterých se zkouška provádí, jsou uvedeny v příslušných odstavcích.

Konečný výběr zkoušek a ověření se musí prvotně volit podle úlohy, kterou bude zkoušená platforma plnit a od podmínek elektromagnetického prostředí, ve kterém se bude platforma provozovat. Např. obrněné osobní vozidlo se může používat v několika provozních režimech a modifikacích. Ne každé vozidlo má komunikační prostředky, zbraň nebo požadavky EMSEC.

14.5.2 Specifické E3 zkušební a ověřovací požadavky

14.5.2.1 Požadavek 1 – Kontrola uspořádání

- a) Použitelnost: Požadavek je použitelný pro všechny pozemní systémy bez ohledu na určení nebo třídu. Stejně jako v kategorii 504, krok a) článku 11.5.4 „Program pro zkoušky a ověření E3“.
- b) Účel: Požadavek zajišťuje, že platforma je konstruovaná a uspořádaná způsobem, který představuje konečnou úroveň výrobku pro předání.
- c) Požadavky: Zkoušený pozemní systém musí představovat konečnou úroveň výrobku pro předání. Seznam částí (včetně materiálu) se musí dodat Národnímu schvalovacímu orgánu a navíc formální demonstraci požadavku kontroly uspořádání.
- d) Postup: Musí být následující:
 - 1) Zkontrolovat, zda uspořádání platformy odpovídá dokumentaci, která představuje nejnovější verzi uspořádání a nejnovější instalaci hardware a software včetně elektrických/elektronických podsestav.
 - 2) Zkontrolovat, zda uspořádání platformy odpovídá výkresové dokumentaci, která popisuje podrobné uspořádání zařízení;
 - 3) Zkontrolovat všechny typy vodičů a kabelů, rozměry a délku; podrobnosti o cestě rozhraní včetně vodičů, kabelů, konektorů a zakončení. Zkontrolovat, zda všechny vodiče, kabely, konektory a zakončení odpovídají předepsaným typům.
 - 4) Vizualně zkontrolovat kvalitu provedení, odpovídající vzdálenosti mezi zařízeními, vodiče a kabely nutné pro regulaci EMI a dosažení EMC.
 - 5) Zhodnotit obecné podmínky zařízení a kabeláže (dvířka, panely, upevňovací přípravky, dotažení konektorů, poškození kabelů atd.).
 - 6) Pokud se objeví nesprávné zařízení nebo chyby při instalaci je třeba je zaznamenat a pokud je to možné, pořídit fotografie. Pokud se při kontrole uspořádání zjistí nesplnění požadavků, je třeba naplánovat E3 zkušební a ověřovací program tak, aby bylo možno zjištěné nedostatky při instalaci napravit.

14.5.2.2 Požadavek 2 – Kontrola základních funkcí

- a) Použitelnost: Požadavek je použitelný pro všechny pozemní systémy bez ohledu na určení nebo třídu. Stejně jako v kategorii 504, článek 11.4.
- b) Účel: Účelem základní provozní funkce je ověřit specifikace, tolerance a požadavky provozu všech zařízení a podsystémů, které dodává národní schvalovací orgán.
- c) Zkušební plán: Musí obsahovat následující skutečnosti:
 - 1) Provozní režim všech funkcí vozidla a instalovaného zařízení, které se budou ověřovat. Pokud by počet možných provozních režimů znamenal velmi dlouhý čas zkoušek, pak je možné snížit počet zkušebních režimů výběrem takových režimů, které představují

nejhorší případy konfigurace pro E3 zkoušky (např. režimy, při kterých se dosahuje nejvyšších vrcholových úrovní emisí a/nebo středního výkonu, kmitočty ve známém pásmu susceptibility z obdobných systémů/zařízení atd.) Snížený počet zkušebních režimů musí schválit národní schvalovací orgán.

- 2) Provozní podmínky, úrovně, tolerance a důležitost zařízení.
 - 3) Provoz základních funkcí se musí opakovat na začátku a konci každého zkušebního dne nebo na počátku každého E3 požadavku.
- d) Postup: Musí být následující:
- (1) Provést kontroly a zkoušky pro ověření, zda všechna zařízení a pomocná zařízení je možno zapnout a že pracují ve všech provozních režimech na požadované úrovni.
 - (2) Kontrolu zapnutí použít jako základní provozní funkčnost pro opakování na začátku a konci každého zkušebního dne, na začátku a konci každého E3 zkušebního požadavku E3 zkušebního a ověřovacího programu, nebo jako základní zkouška v celém životním cyklu platformy. Podskupina základní provozní funkčnosti se může použít pro vytvoření funkčních zkoušek před a po, které se budou opakovat v průběhu E3 zkušebního a ověřovacího programu.
- e) Podskupina provozních zkoušek se může použít pro krátké ověření před a po vlastních funkčních zkouškách. Musí se opakovat i při vlastním E3 zkušebním a ověřovacím programu.
- f) Pokud není základní provozní funkčnost splněna, je třeba naplánovat E3 zkušební a ověřovací program tak, aby bylo možno zjištěné nedostatky napravit.

14.5.2.3 Požadavek 3 - Inspekce instalace z hlediska EMSEC/TEMPEST

- a) Použitelnost: Požadavek je použitelný pro pozemní systémy, které mají za úkol EMSEC a pokud to požaduje národní schvalovací orgán.
- b) Účel: Požadavek zajišťuje, že instalace EMSEC zařízení poskytuje EMC instalační podmínky nutné pro pokračování E3 zkušebního a ověřovacího programu. Pokud je úroveň řemeslného zpracování v předcházejících krocích neuspokojivá, pak zkušenosti ukazují, že je nutné zkoušenou platformu přepracovat nebo přeinstalovat kabeláž, což vyžaduje opětovné provedení předchozích E3 zkoušek a ověření.
- c) Požadavky: Požadavky EMSEC jsou použitelné pro všechny armádní složky. Zkušební program EMSEC je nad rámec této kategorie. Požadavky je třeba konzultovat s Národním bezpečnostním úřadem (NBÚ)
- d) Je nutná koordinace pořadí inspekce EMSEV a E3 a zkoušek, protože opatření pro zajištění jednotlivých požadavků mohou významně ovlivnit platformu a zrušit platnost předchozích výsledků. Obecný návod pro koordinaci požadavků EMSEC s požadavky E3 na systémové úrovni jsou v kategorii 504, článek 11.5.15.

- e) Inspekci EMSEC musí provádět certifikovaná osoba se zaměřením na odpovídající provedení techniky kostření, uspořádání vodičů/kabelů a jejich oddělování. Pokud není v tomto stádiu vývoje úroveň provedení uspokojivá, ukazují zkušenosti, že zkoušená platforma bude při budoucích E3 zkouškách vyžadovat přeinstalování a/nebo překabelování. Pokud je inspekce instalace COMSEC/TEMPEST uspokojivá, pak je možno provádět podrobný soubor COMESC zkoušek pro zajištění správné klasifikace RED/BLACK signálů požadované úrovně. COMSEC/TEMPEST zkušební program přesahuje rámec této kategorie

14.5.2.4 Požadavek 4 – Kostření a spojování

- a) Použitelnost: Požadavek je použitelný pro všechny pozemní systémy bez ohledu na jejich určení a kategorii. Stejně jako v kategorii 504, článek 11.5.13.
- b) Požadavek: Provedení kostření a spojování se musí vztahovat k instalaci zařízení a kabelů. Elektrické spojení pozemních systémů musí poskytovat elektrické spojení mezi externími mechanickými rozhraními a elektrickými a elektronickými zařízeními uvnitř zařízení a mezi jednotlivými zařízeními a ostatními prvky systému pro ověření E3 požadavků, které umožňují jejich správnou funkci. Pokud není např. stanoveno jinak, musí být mezi jednotlivými kontaktními oblastmi, jako např. mezi podsystémy stejnosměrný odpor 2,5 mΩ nebo menší po celou dobu životnosti systému.
- c) Pokud to požaduje národní schvalovací orgán, musí být požadovaný stejnosměrný odpor také mezi:
 - 1) Krytem zařízení a strukturou systému, včetně kumulativního vlivu všech kontaktních oblastí.
 - 2) Stíněním kabelů a kryty zařízení, včetně kumulativního vlivu všech konektorů a rozhraní sestav.
- d) Mezní hodnoty odporu pro výše uvedené položky 1) a 2) musí specifikovat národní schvalovací orgán.
- e) Zkušební zařízení: Pro zkoušku se musí použít čtyřbodový můstkový miliohmometr (nebo mikroohmmetr).
- f) Zkušební postup: Zkušební postupy uvedené v tomto dokumentu jsou určeny pro měření stejnosměrného odporu mezi elektricky vodivými a neelektrickými částmi tak, aby byly nezávislé na přístrojovém vybavení (zkušební kabely, sondy nebo kontaktní body).
- g) Měření odporu se obvykle provádí při vypnutém napájení. Pokud je nutné provádět měření odporu při zapnutém napájení, je třeba dávat pozor, aby nedošlo k poškození měřicího zařízení.
- h) Měření kostření/spojování obsahuje následující kroky:
 - 1) Nejprve provést vizuální kontrolu každého kostřicího/spojovacího místa. Zjistěte chybějící kostření a spojení, nevhodné násobné zakončení, kvalitu provedení, natřené plochy, znečištěné plochy,

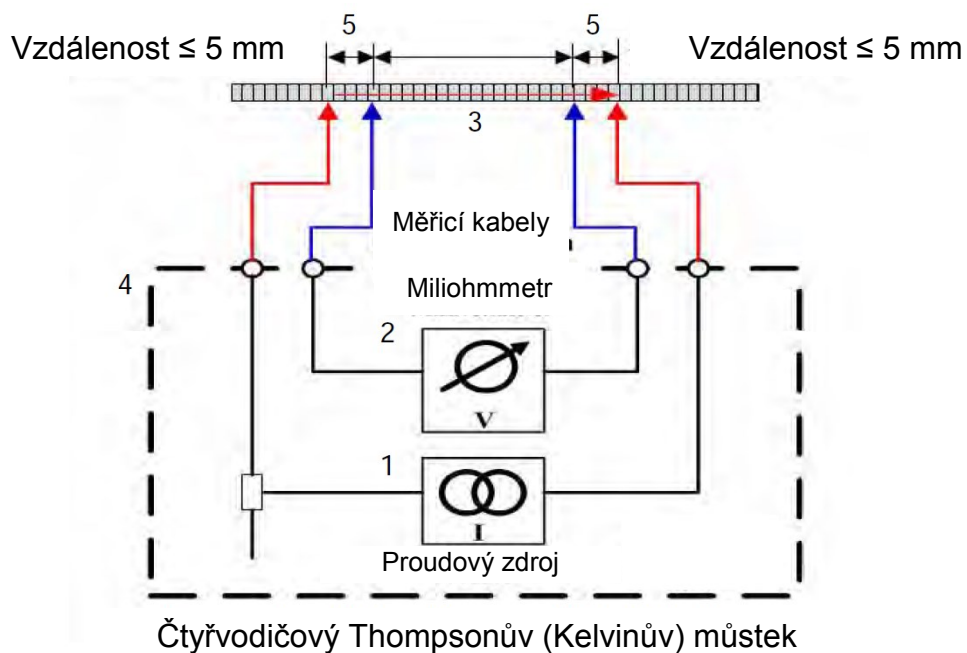
mechanicky uvolněný kostřicí/spojovací hardware, nevhodně použitý kostřicí/spojovací hardware, roztřepené kostřicí proužky, zemnicí proužky s nevhodnými rozměry atd. Všechny vady zdokumentujte, pokud je to nutné za pomoci fotografií.

- 2) Odpojit zápornou svorku baterie vozidla.
- 3) Provést měření kostření mezi odpojeným koncem bateriového kabelu/vodiče a kostřicím bodem / šroubem motorového prostoru.
- 4) Provést všechna ostatní měření kostření/spojení mezi kostřicím šroubem zkoušeného zařízení a volným koncem bateriového kabelu / vodiče (který je stále připojen ke kostřicímu bodu / šroubu motorového prostoru).

14.5.2.4.1 Měření stejnosměrného odporu kostření a spojování

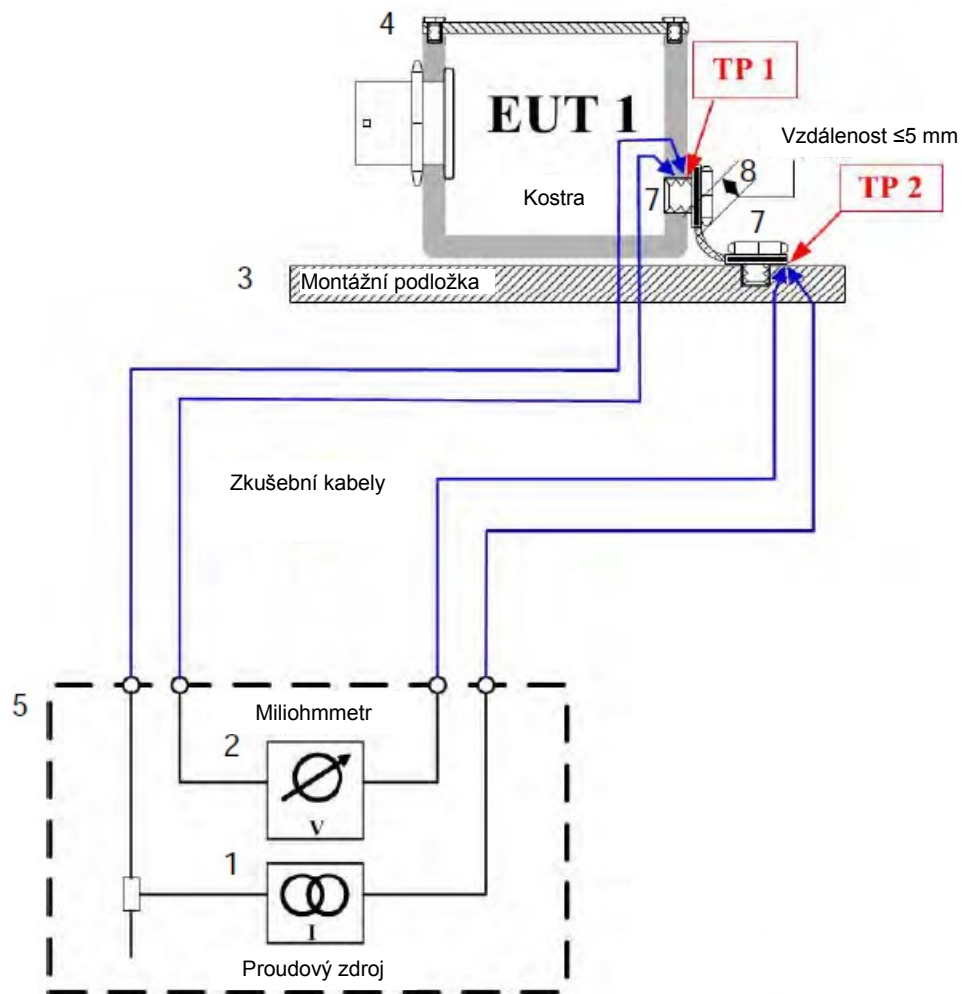
- a) Tento zkušební postup je určen pro ověření, že kontaktní odpor mezi vodivými elektrickými a neelektrickými částmi a kostrou má odpovídající hodnotu.
- b) Zkouška se provádí pomocí čtyřkontaktní sondy miliohmometru (nebo mikroohmmetru) na principu Thomsonova můstku, který poskytuje potřebnou přesnost měření nízkého kontaktního odporu, a není závislý na měřicích kabelech a použité sondě.
- c) Před vlastním měřením je třeba zkontrolovat, zda je sonda miliohmometru správně zkalibrována. Kontrola se provádí měřením vzorku s vysokou vodivostí o známém odporu ($< 0,1 \text{ m}\Omega$) podle obrázku 507-2. Přesnost kalibrace musí být $< 0,1 \text{ m}\Omega$. Výrobce měřicího přístroje často poskytuje kalibrační vzorek, návod na kalibraci a nulování.
- d) Stejnosměrný kontaktní odpor mezi vodivými elektrickými a neelektrickými částmi EUT a referenční kostrou se musí měřit v určených měřicích bodech.
- e) Nastavení měření je uvedeno v následujících příkladech:
 - (1) Měření stejnosměrného kontaktního odporu spojení prostřednictvím spojovacího pásku na obrázku 507-5.
 - (2) Měření stejnosměrného kontaktního odporu spojení vodivého povrchu na obrázku 507-4.
 - (3) Měření stejnosměrného kontaktního odporu mezi stíněním kabelu a referenčním potenciálem na obrázku 507-5.
- f) Zkušební postup: Následující kroky se musí použít při nastavení podle obrázků 507-3 až 507-5.
 - (1) Podle zkušebního plánu se musí ke zkušebním bodům připojit čtyři vodiče.
 - (2) Měřicí přístroj se musí přepnout do odpovídajícího měřicího rozsahu.
 - (3) Naměřená hodnota se zapíše.

(4) Kroky 1) až 3) se opakují pro všechny zvolené zkušební body.



LEGENDA 1 – proudový zdroj, 2 - milivoltmetr, 3 - zkoušený vzorek s odporem $R = 0,1 \text{ m}\Omega$,
4 - Thompsonův (Kelvinův) můstek, 5 - vzdálenost $d \leq 5 \text{ mm}$

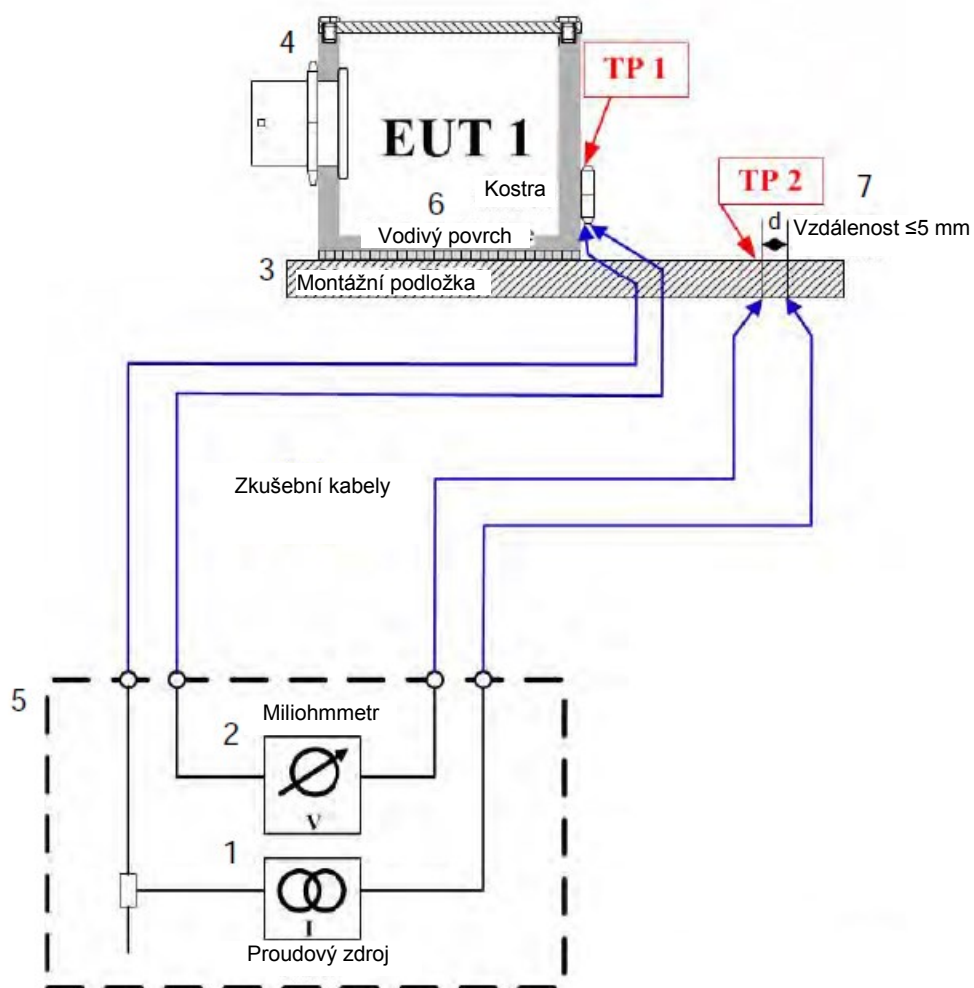
OBRÁZEK 507-2 – Příklad uspořádání pro funkční zkoušku miliovoltmetru



Čtyřvodičový Thomsonův (Kelvinův) můstek

- 1 = proudový zdroj
- 2 = milivoltmetr
- 3 = montážní podložka
- 4 = EUT
- 5 = Thomsonův můstek
- 6 = spojovací pásek
- 7 = kostřicí bod
- 8 = vzdálenost $d \leq 5$ mm

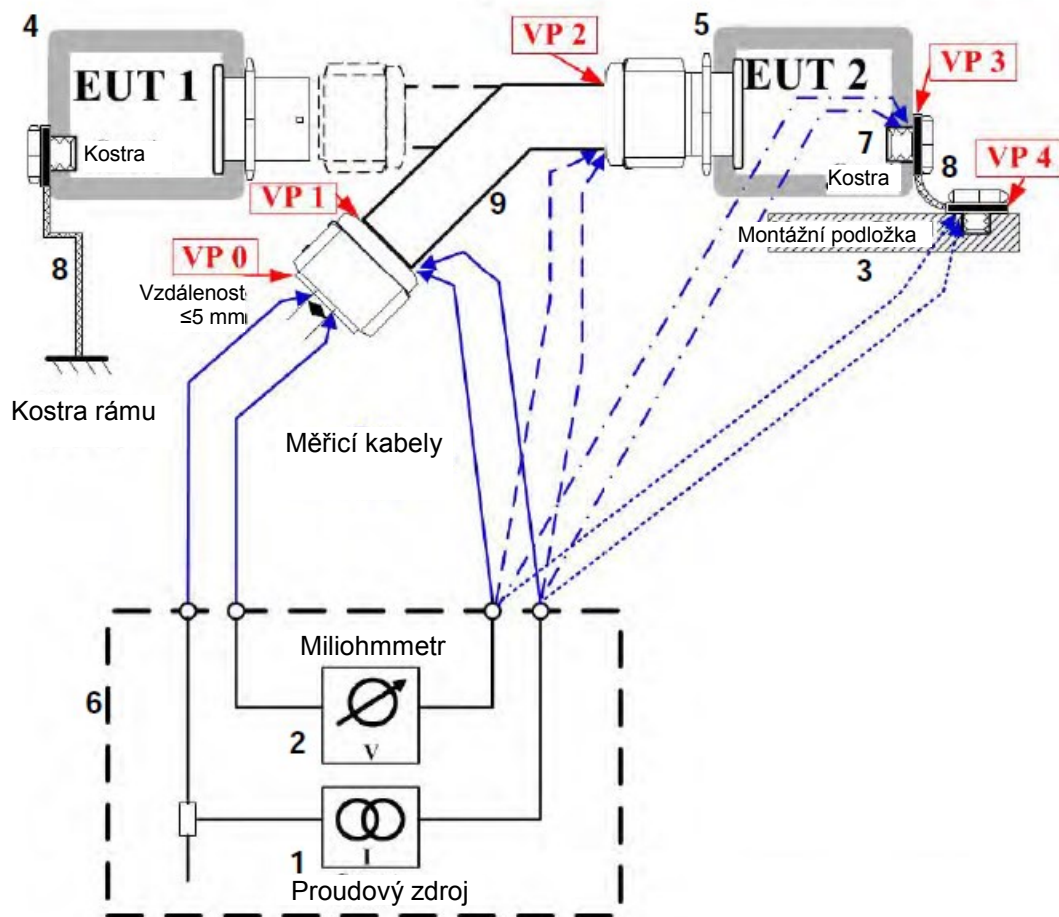
OBRÁZEK 507-3 – Příklad uspořádání pro měření stejnosměrného kontaktního odporu propojovacího pásku



Čtyřvodičový Thomsonův (Kelvinův) můstek

- 1 = proudový zdroj
- 2 = milivoltmetr
- 3 = montážní podložka
- 4 = EUT
- 5 = Thomsonův můstek
- 6 = vodivý povrch
- 7 = vzdálenost $d \leq 5 \text{ mm}$

OBRÁZEK 507-4 – Příklad uspořádání pro měření stejnosměrného kontaktního odporu vodivého povrchu



Čtyřvodičový Thomsonův (Kelvinův) můstek

- 1 = proudový zdroj
- 2 = milivoltmetr
- 3 = montážní podložka
- 4 = EUT1
- 5 = EUT 2
- 6 = Thomsonův můstek
- 7 = kostřicí bod
- 8 = spojovací pásek
- 9 = stíněný kabel
- 10 = vzdálenost $d \leq 5 \text{ mm}$

OBRÁZEK 507-5 – Příklad uspořádání pro měření stejnosměrného kontaktního odporu mezi stíněním kabelu a referenčním potenciálem

14.5.2.5 Požadavek 5 - Vyhledávání RADHAZ: Nebezpečí pro osoby (HERP, pro palivo (HERF) a výzbroj (HERO))

- a) Požadavek je použitelný pro všechny pozemní systémy bez ohledu na jejich určení a kategorii pouze v případě, že to požaduje národní schvalovací orgán a pouze pokud jsou na platformě instalovány RF vysílače. Viz kategorie 504, krok e) článku 11.5.4 a článek 11.5.8.
- b) **Účel:** Tyto požadavky chrání osoby, palivo a těkavé látky a zbraně před vystavením vysokým úrovním RF energie.
- c) **Požadavky:** Požadavky pro HERP jsou definovány v použitelných národních normách nebo pokud nejsou tyto k dispozici tak v dokumentu STANAG 2345 [13]. Návod pro testování elektromagnetické zranitelnosti munice a zbraňových systémů se uvádí v řadě odstavců v kategorii 508/1. Konkrétní požadavky pro HERO na úrovni platformy (např. munice nabíjená do zbraní umístěných na pozemní platformě) se definují v AECTP kategorie 508/3 [5].
- d) **Zkušební postup:** Provést přehled HERP, HERF a HERO a jejich ověření ve shodě s postupy uvedenými v příslušném dokumentu.
- e) **Bezpečnostní ohodnocení:** Ve shodě s použitými bezpečnostními normami provést hodnocení hrozeb HERP, HERF a HERO včetně bezpečnostních pokynů pro osoby a manipulaci s palivem, těkavými látkami a municí, které mohou být vystaveny elektromagnetickým polím vlivem RF vysílačů umístěných na platformě.

14.5.2.6 Požadavek 6 – Zkoušky elektrické bezpečnosti

- a) **Použitelnost:** Tento požadavek je použitelný pro všechny pozemní systémy bez ohledu na jejich určení a třídu.
- b) **Účel:** Požadavek se zaměřuje na otázky elektrické bezpečnosti vozidla a požadavky EMC.
- c) **Původ:** Požadavky elektrické bezpečnosti pozemních platform a systémů přesahují rámec tohoto dokumentu a jsou předmětem národních a mezinárodních norem, které se týkají této oblasti. Měření prováděná pro posouzení elektrické bezpečnosti ověřují, zda elektrické poruchy (přerušení/zkratky) nebudou mít vliv na bezpečnost obsluhy, nebo na poškození elektrického zařízení.
- d) V konkrétních případech se mohou požadavky elektrické bezpečnosti kombinovat s požadavky EMC pro dosažení shody ve stádiu návrhu. Jako příklad může sloužit požadavek na stejnosměrný odpor při spojování a kostření, které jsou v případě elektrické bezpečnosti často méně přísné než v případě EMC, i když proud ve spojovacích páscích je v případě elektrické bezpečnosti mnohem vyšší než v případě EMC. Jednotlivé spojovací pásy musí tedy zajišťovat jednak velmi nízkou hodnotu stejnosměrného odporu a jednak požadavek na vysoký proud.

- e) Navíc opatření pro zajištění elektrické bezpečnosti se musí posuzovat z hlediska EMC, aby vodiče nevytvářely zemní smyčky.
- f) **Požadavky:**
 - 1) Zajistit, aby veškerá elektrická/elektronická zařízení platformy/systému splňovala vhodné bezpečnostní předpisy a normy.
 - 2) Přezkoumat veškerá opatření provedená pro zajištění elektrické bezpečnosti aby:
 - (a) se současně splnily veškeré požadavky EMC a
 - (b) identifikovala se veškerá opatření elektrické bezpečností, která mohou zhoršit EMC.

14.5.2.7 Požadavek 7 – Kvalita AC/DC napájení

- a) **Použitelnost:** Tento požadavek je použitelný pro veškeré pozemní systémy s platformou systému elektrického napájení, pokud ji specifikuje národní schvalovací orgán.
- b) **Účel:** Požadavek zajišťuje potřebu koordinace E3 a požadavků kvality napájení pro pozemní platformy a systémy.
- c) **Původ:** Požadavky kvality napájení pozemních platform a systémů přesahují rámec tohoto dokumentu a jsou uvedeny v národních a mezinárodních normách. Kvalita napájení se neobjevuje v zkušebním a ověřovacím programu E3, jehož cílem je regulace EMI a dosažení EMC vojenských platform nebo systémů. I když nesprávné parametry napájení mohou mít vliv na EMI. Zařízení instalované na pozemní platformě může tedy být zdrojem nebo obětí nesprávného napájení.
- d) AECTP-259 [17] popisuje prostředí vedených emisí v oblasti rádiových kmitočtů, které je akceptovatelné pro rušení AC/DC napájecích systémů instalovaných na zbraňových platformách nebo pozemních radiokomunikačních zařízeních nebo krytech.
- e) Zkušební postupy EMI v AECTP-501 [4] popisují kvalitu elektrického napájení z pohledu redukce EMI (zvláště vedených emisí a susceptibility) AC/DC vodičů a kabelů a signálových vodičů a kabelů na úrovni zařízení. Tyto zkoušky obsahují zkoušky vedených i vyzařovaných emisí (NRE01, NRE02) pro vysoké kmitočty (podrobný popis je uveden v tabulce 501-2 v kategorii 501). Další zkoušky kvality napájení zajišťují, že tolerance jmenovitého a ustáleného napětí, přechodové jevy, špičky, zvlnění, stabilita, vlivy zátěže, komutační špičky a jiskření splňují specifikované požadavky.
- f) **Požadavky:** Národní schvalovací orgán potřebuje ujištění, že požadavky E3 a kvality napájení, tam kde se použijí, jsou koordinovány a použity ve spojení s jejich národními orgány určenými pro jednotlivé obory.
- g) Některé normy pro určení kvality napájení jsou uvedeny dále.

- h) Tato část uvádí seznam národních norem pro kvalitu napájení použitelných pro pozemní platformy a systémy.
- 1) SDIP-29 [7] specifikuje konkrétní elektrické charakteristiky zdrojů střídavého proudu různých elektrických zdrojů a zařízení. Neobsahuje generátory nebo zdroje umístěné ve vozidlech, lodích nebo letounech.
 - 2) Další vojenské normy, které se zabývají kvalitou elektrického napájení, jsou MIL-STD-1275 [10] pro napájecí zdroje vozidel 28 V DC, VG 96916-5 [37] pro napájecí zdroje vozidel 24 V DC a VG 98916-10 [38] pro střídavé třífázové napájení 115/200 V AC 400 Hz.
 - 3) ISO 7637 [34] je komerční norma, která specifikuje zkušební metody a postupy pro zajištění kompatibility pro vedené elektrické jevy instalovaných zařízení osobních a komerčních vozidel které mají 12 V DC nebo 24 V DC elektrický systém. ISO 8528 [32] je komerční norma, která se používá v případě spalovacích motorů, které používají generátor střídavého proudu.

14.5.2.8 Požadavek 8 – Zkoušky elektromagnetické kompatibility, vnitřní systémy

- a) **Použitelnost:** Požadavek je použitelný pro všechny pozemní platformy a systémy, bez ohledu na jeho určení nebo třídu. Metoda ověření je použitelná pro pozemní stacionární nebo pohyblivé systémy.
- b) **Účel:** Požadavek zajišťuje, že pozemní platforma je schopná pracovat bez znatelného snížení funkce, způsobeného elektromagnetickým zdrojem z jiného systému (např. mezi vozidly) a nevytváří interferenci pro jiné systémy. Poskytuje dobrý základ pro dosažení EMC uvnitř systému.
- c) **Požadavky:** Jednotlivé podsystémy a zařízení musí splňovat požadavky regulace interference kategorie 501, tabulka 501-2 ještě před zkouškami vnějších a vnitřních systémů (požadavky 8 a 9). Pozemní platformy musí splňovat požadavky a meze uvedené v tabulce 507-2.

TABULKA 507-2 – Zkušební požadavky EMC pozemních platform a systémů, interference vnitřních systémů

Požadavek	Popis	Použitelnost
NCE05S	Vedené emise Napájecí a signálové vodiče Systém 30 Hz až 400 MHz Bez LISN, proudová sonda	Použitelné
NCS07S	Susceptibilita na vedené emise Injektáž do kabelového svazku, systém 500 kHz až 200 MHz	Použitelné
NCS08S	Susceptibilita na vedené emise Injektáž do kabelového svazku, Impulz, Buzení, Systém	Použitelné, pokud kabely opouštějí hranice systému, nebo pokud nejsou definované zkoušky komponentů
NCS09S	Susceptibilita na vedené emise, Tlumená	Použitelné, pokud kabely

	sinusoida, Kabely a napájecí vodiče, Systém 10 kHz až 100 MHz	opouštějí hranice systému, nebo pokud nejsou definované zkoušky komponentů
NRE01S	Vyzařované emise Magnetické pole, Systém 30 Hz až 100 kHz	Použitelné, pokud se definuje Národním schvalovacím orgánem
NRE02S	Vyzařované emise Elektrické pole, Systém 10 kHz až 40 GHz	Použitelné
NRS02S	Susceptibilita na vyzařované emise Elektrické pole, Systém 1,5 MHz až 40 GHz	Použitelné
POZNÁMKA Požadavky a meze jsou uvedeny v kategorii 501, pokud se nedefinují jinde.		

- d) **Vedené emise:** NCE05S se musí použít v případě, že se platforma napájí z externího zdroje.
- e) **Vyzařované emise:** Pro EMC uvnitř systému se musí použít zkouška NRE01S (vyzařované emise, magnetické pole, systém), kdy se měření provádí na vnějším povrchu a kolem externích vodičů a kabelů, pokud je platforma od ostatních systémů fyzicky oddělena nejméně 1 m. Požadavky EMC zkoušky NRE01S se musí použít také v případě, že jsou na platformě instalována magneticky citlivá zařízení (jako jsou např. monitory s katodovou trubicí).
- f) Zkouška NRE02S (vyzařované emise, elektrické pole, systém) se musí použít v případě všech pozemních platform a systémů. Měření se musí provádět na všech stranách vozidlové platformy, a to na minimálně jednom místě každé strany, v místě potenciálních výskytu vyzařovaných emisí.
- g) **Susceptibilita na vedené emise:** NCS07S, NCS8S a NCS09S se použije v případě, že to vyžaduje národní schvalovací orgán. Není pravděpodobné, aby pozemní systémy a platformy generovaly výrazné externí pole na kmitočtech nižších než 500 kHz. Z tohoto důvodu se zkoušky susceptibility na vedené emise uvedené v tabulce 507-2 provádí od kmitočtu 500 kHz. Externí vodiče a kabely platformy musí být předmětem této zkoušky. Příkladem může být externí kabeláž mezi jednotlivými panely vozidla oddělených platform a jiných kabelových prostupových panelů. Nebo kabeláž k zařízení, namontovaném na stojanu mimo vozidlo. Také napájecí kabely platformy, které se připojují k externímu zdroji napětí, vyžadují provedení zkoušky susceptibility na vedené emise, pokud není národním schvalovacím orgánem určeno jinak, protože elektrické generátory umístěné mimo platformu jsou známé jako zdroje širokopásmových emisí a musí splňovat požadavky na napájecí zdroje, viz požadavek 7 a Kategorie 501.
- h) **Susceptibilita na vyzařované emise:** NRS02S (susceptibilita na vyzařované emise, elektrické pole, systém) se musí použít v případě požadavku národního schvalovacího orgánu. Použít se musí pro důležitě

podsystemy, jako jsou vozidlové elektrické/elektronické ovladače, brzdy a zbraňové systémy, které musí být schopny pracovat správně při vystavení externím elektromagnetickým polím. NRS02S se běžně provádí v kmitočtovém pásmu 500 kHz až 18 GHz. Horní kmitočty je možno omezit podle provozního určení zkoušené platformy. V takovém případě se použijí požadavky EME uvedené v AECTP-258 [18] tabulka 258-2 a musí být schváleny národním schvalovacím orgánem. Sestavení požadavků se vyžaduje v případě, že se během operací NATO vyskytují vyšší nebo nižší úrovně EME. Zkoušky se běžně provádějí do pětinasobkem nejvyššího provozního kmitočtu zařízení nebo podsystemu zkoušené platformy nebo do 10 GHz, podle toho, který kmitočet je vyšší. NRS01 (susceptibilita na vyzařované emise, magnetické pole) se použije pro povrchy zařízení uvnitř systému (viz NRE01 výše) a vodiče nebo kabely které vedou ven ze systému, pokud jsou uvnitř umístěna magneticky citlivá zařízení (např. monitory s katodovou trubicí).

- i) **Modulační požadavky:** Zkušební plán musí obsahovat podrobné požadavky modulace zkušebních signálů zkoušek NCS07S a NRS02S, které nejlépe charakterizují provozní elektromagnetické prostředí. Pokud se modulační požadavky nedefinují, pak se musí použít modulace uvedené v NCS07 a NRS02.
- j) **Zkušební postupy:** Použitelné zkušební postupy kategorie 501 se musí přizpůsobit pro použití zkoušek platformy bez použití LISN. Zkoušky EMI pozemních platforem se často provádí na zkušebních místech, které jsou vybaveny otočnou plošinou a brzdovými válci. Při tvorbě podrobného zkušebního plánu EMI se musí zohlednit obecný popis zkoušek EMI prováděných ve velkých anechoických komorách vybavených otočnou plošinou a brzdovými válci pro odpovídající podporu provozu a zkoušky:
 - 1) Doprava platformy do zkušební komory na otočnou plošinu a brzdové válce tak, aby nedošlo k poškození podlahy. Zajistit odsávání výfukových plynů mimo komoru. Pokud je to možné zajistit klimatizaci v komoře. Na vhodných místech umístit kamery. Pokud je to možné, použít pro monitorování správné funkce zkoušené platformy optické kabely,
 - 2) Na kmitočtech, kde jsou rozměry platformy malé vzhledem k vlnové délce zkušební vlny (běžně na kmitočtech menších než 30 MHz), je nutné ozařovat celý systém homogenně nebo tak, že se v systému vytvoří odpovídající elektromagnetické namáhání. Pokud není možné ozařování celého systému současně, musí se zvolit taková místa nebo oblasti, u kterých se předpokládá citlivost (např. spoje, průhledy, dveře, prostupy kabelů, štěrby atd.) nebo vazba do systému. U kmitočtů (běžně nad 400 MHz), kdy jsou rozměry systému větší než vlnová délka zkušebního signálu, je vhodné zvolit lokální ozařování specifických štěrbin, kabelů a podsystemů. V kmitočtovém rozsahu 30 MHz až 400 MHz se může použít ozařování celého systému současně nebo zvolit lokalizované ozařování v závislosti na konkrétním systému nebo simulátoru prostředí.
 - 3) Při zkoušce NRE02, se zkušební anténa musí umístit ve vhodné vzdálenosti od přední strany platformy. Zapnout zařízení platformy se zastaveným motorem. Otáčet zkoušenou platformu pomocí otočné

plošiny tak, aby bylo možno zaznamenat vyzařované emise ze všech čtyř stran zkoušené platformy. Měření opakovat za běžícího motoru při 600 ot/min a 1 400 ot/min.

- 4) Při zkoušce NRS02 umístit vysílací anténu ve vhodné vzdálenosti od platformy. Pokud je to možné, nastavit platformu tak, aby vyvinula rychlost 50 km/hod. Ozařovat platformu elektromagnetickým polem o intenzitě 50 V/m s odpovídající modulací. Opakovat zkoušku při intenzitě pole 100 V/m s modulací vhodnou pro zařízení důležitá z hlediska bezpečnosti. Platformou otáčet pomocí otočné plošiny, aby se ozářily všechny strany platformy.
- 5) Pokud nejsou k dispozici brzdové válce, odpojit hnací hřídel, nebo zvednout vozidlo tak, aby kola nebo pásy nebyly ve styku s podlahou. Je třeba dodržovat všechny bezpečnostní předpisy, aby nedošlo k úrazu nebo poškození zkoušené platformy.

14.5.2.8.1 Obecné zkušební požadavky EMC vnitřních systémů – pozemní platformy

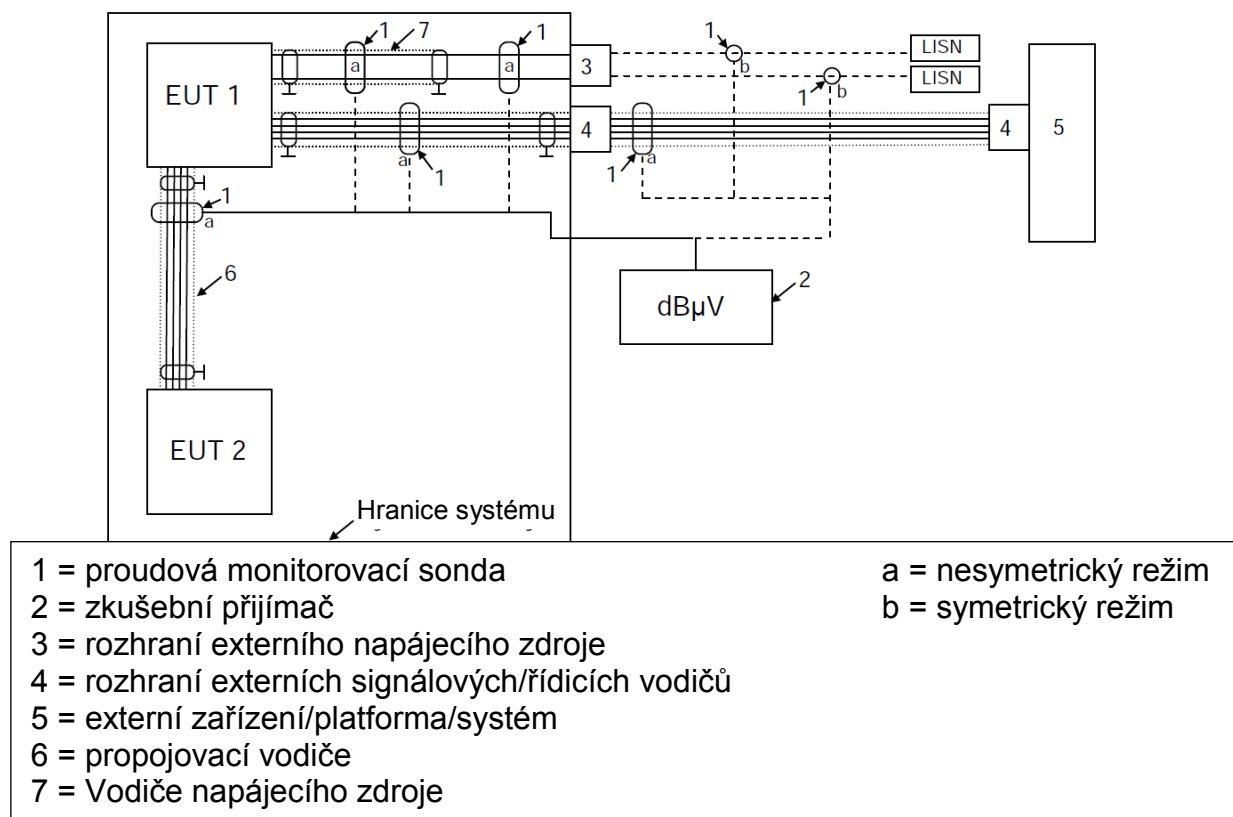
Musí se použít následující obecné zkušební požadavky EMC:

- a) Systém musí být funkční v rozsahu specifikovaných podmínek, ve všech provozních režimech a uspořádáních.
- b) V průběhu zkoušek emisí se musí ověřit všechny provozní režimy a uspořádání, která produkují nejvyšší úroveň.
- c) V průběhu zkoušek susceptibility musí zkoušené zařízení pracovat v nejcitlivějším režimu a uspořádání.
- d) Pokud platforma produkuje zamýšlené nebo provozní emise, jako např. napájecí kmitočety nebo kmitočety vysílačů, jsou tyto kmitočty vyjmuty z hodnocení.
- e) Zkušební kmitočtový rozsah, meze a povolené odchylky musí být uvedeny ve zkušebním plánu EMC.

14.5.2.8.2 NCE05S Vedené emise, napájecí, řídicí a signálové vodiče, systémy

- a) **Požadavky:** Musí se použít zkušební podmínky, které jsou uvedeny v článku 14.5.2.8, 14.5.2.8.1 a v obecných požadavcích kategorie 501, článek 8.6.5.
- b) **Použitelnost:** Tyto zkoušky jsou povinné pro mobilní/přepravované C3l objekty a pevné objekty pokud je požaduje národní schvalovací orgán.
- c) **Účel:** Demonstrovat, že pozemní platforma není zdrojem vedených emisí v napájecí síti, ani signálových a řídicích linkách, které by mohly způsobit interferenci uvnitř systému.
- d) **Postupy:** Obecné zkušební postupy jsou uvedeny v kategorii 501 zkouška NCE05. Obrázek 507-6 ukazuje zkušební sestavu pro systém, představující pozemní platformu. Pro zkoušky EMC uvnitř systému se používá pouze měření mimo pozemní systém. Pouze v případě požadavku zkoušky NCS07MVS, kdy se ověřují zkoušky odstupu v článku

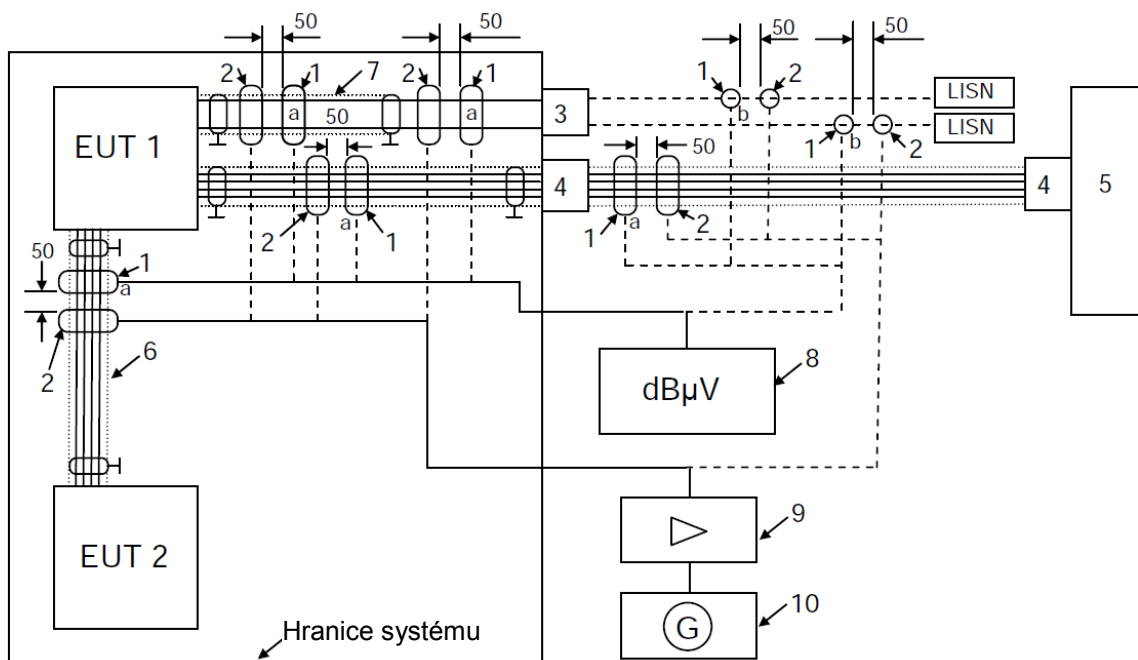
14.5.2.9.6, se měření provádí na vnitřní kabeláži při diskretních kmitočtech.



OBRÁZEK 507-6 – Příklad zkušebního uspořádání NCE05S

14.5.2.8.3 NCS07S – Susceptibilita na vedené emise, injektáž do svazku, systémy

- e) **Požadavky:** Musí se použít zkušební podmínky, které jsou uvedeny v článku 14.5.2.8 a v obecných požadavcích kategorie 501, článek 8.6.5.
- f) **Použitelnost:** Pokud platforma obsahuje externí kabely, které jsou spojeny s dalšími systémy, pak jsou povinné zkoušky v kmitočtovém pásmu 500 kHz až 200 MHz.
- g) **Účel:** Demonstrovat, že pozemní platforma není susceptibilní na vedené emise v napájecích, signálových a řídicích vodičích uvnitř systému.
- h) **Postupy:** Obecné zkušební postupy jsou uvedeny v kategorii 501 zkouška NCS07. Obrázek 507-7 ukazuje zkušební sestavu pro systém, představující pozemní platformu. Pro zkoušky EMC uvnitř systému se používá pouze měření mimo pozemní systém.



Rozměry v milimetrech

- | | |
|---|------------------------|
| 1 = proudová monitorovací sonda | 8 = zkušební přijímač |
| 2 = proudová injekční sonda | 9 = zesilovač |
| 3 = rozhraní externího napájecího zdroje | 10 = generátor |
| 4 = rozhraní sexterních signálových/řídících vodičů | a = nesymetrický režim |
| 5 = externí zařízení/platforma/systém | b = symetrický režim |
| 6 = propojovací vodiče | |
| 7 = vodiče napájecího zdroje | |

OBRÁZEK 507-7 – Příklad zkušebního uspořádání NCS07S

14.5.2.8.4 NCS08S – Susceptibilita na vedené emise, injektáž do kabelových svazků, impulzní buzení, systémy

- a) **Použitelnost:** Zkouška se používá pouze v případě, že se požaduje národním schvalovacím orgánem. Používá se v případě, že platforma obsahuje externí kabely, které jsou spojeny s jinými systémy.
- b) **Účel:** Demonstrovat, že platforma není susceptibilní na vedené emise v kabelech připojených k externím systémům, které mohou způsobit interference uvnitř systému.
- c) **Požadavky:** Zkušební podmínky zkoušek uvnitř systému jsou uvedeny v článku 14.5.2.8 a obecných podmínkách kategorie 501 článek 8.6.5.
- d) **Postup:** Obecný postup zkoušky je uveden v kategorii 501, zkouška NCS06. Zkouška se provádí pouze na kabelech, které vedou ven z pozemního systému.

14.5.2.8.5 NCS09S – Susceptibilita na vedené emise, tlumená sinusovka, kabely a napájecí vodiče, systémy

- a) **Použitelnost:** Zkouška se používá pouze v případě, že se požaduje národním schvalovacím orgánem. Používá se v případě, že platforma obsahuje externí kabely, které jsou spojeny s jinými systémy.
- b) **Účel:** Demonstrovat, že platforma není susceptibilní na vedené emise v kabelech připojených k externím systémům, které mohou způsobit interference uvnitř systému.
- c) **Požadavky:** Zkušební podmínky zkoušek uvnitř systému jsou uvedeny v článku 14.5.2.8 a obecných podmínkách kategorie 501 odstavec 2.
- d) **Postup:** Obecný postup zkoušky je uveden v kategorii 501, zkouška NCS09. Zkouška se provádí pouze na kabelech, které vedou ven z pozemního systému.

14.5.2.8.6 NRE01S Vyzařované emise, magnetické pole, 30 Hz až 100 kHz

- a) **Použitelnost:** Zkouška se používá pouze v případě, že se požaduje národním schvalovacím orgánem.
- b) **Účel:** Demonstrovat, že magnetické pole vyzařované z platformy má odpovídající intenzitu a že není zdrojem rušení pro ostatní systémy.
- c) **Požadavky:** Zkušební podmínky jsou uvedeny v kategorii 501 článek 8.6.5.
- d) **Postup:** Obecný postup zkoušky je uveden v kategorii 501, zkouška NRE01. Zkouška se provádí pouze na vnější straně pozemního systému.

14.5.2.8.7 NRE02S Vyzařované emise, elektrické pole, 10 kHz až 40 GHz

- a) **Použitelnost:** Zkouška je povinná.
- b) **Meze:** Jako meze se musí použít údaje uvedené v AECTP-258 [18] v tabulce 258-2. Používají se meze uvedené v kategorii 501, mez A, zvýšené o 10 dB.

- c) **Účel:** Demonstrovat, že elektrické pole vyzařované z platformy má odpovídající intenzitu a že není zdrojem rušení pro ostatní systémy.
- d) **Postup:** Obecný postup zkoušky je uveden v kategorii 501, zkouška NRE02. Zkouška se provádí pouze na vnější straně pozemního systému.

14.5.2.8.8 NRS02S – Susceptibilita na vyzařované emise, elektrické pole, systém, 2 MHz až 40 GHz

- a) **Použitelnost:** Zkouška je povinná.
- b) **Meze:** Musí se použít úrovně uvedené v AECTP-258 [18] v tabulce 258-2. Sestavení požadavků se vyžaduje v případě, že se během operací NATO vyskytují vyšší nebo nižší úrovně EME. Změny úrovní se musí jasně vysvětlit a zdokumentovat.
- c) **Účel:** Demonstrovat, že pozemní platforma může pracovat v definovaném elektromagnetickém prostředí (EME) bez zhoršení funkce.
- d) **Požadavky:** Musí se použít všeobecné podmínky uvedené v kategorii 501, článek 8.6.5.
- e) **Postup:** Obecný postup zkoušky je uveden v kategorii 501, zkouška NRS02.

14.5.2.9 Požadavek 9 – Elektromagnetická kompatibilita, vnitřní systémy

POZNÁMKA Požadavky a meze jsou uvedeny v kategorii 501, pokud není uvedeno jinak.

TABULKA 507-3 – Zkušební požadavky EMC pozemních platform a systémů, interference vnitřních systémů

Požadavek	Popis	Použitelnost
NRE04S Zkouška anténních svorek, úrovně napětí, systémy	Rušivé úrovně napětí na svorkách přijímacích antén	Povinné v případě, že jsou na platformě instalovány přijímací antény
NCE03S Zkouška anténních svorek, emise, systémy	NCE03 – vedené emise, anténní svorky	Povinné, pokud to požaduje národní schvalovací orgán
NRS05S Ověření přímé rezervy, susceptibilita na vyzařované emise, systémy	Bezpečná rezerva systému proti generovanému intenzivnímu poli	Povinné v případě, že jsou na platformě umístěny vysílací antény
NRS06S Ověření nepřímé rezervy, susceptibilita na vyzařované emise, systémy	Bezpečná rezerva systému proti generovanému intenzivnímu poli	Povinné v případě, že jsou na platformě umístěny vysílací antény. Zkouška se musí použít v případě, že není možno použít zkoušku NRS05S
NCE05S Vedené emise, napájecí řídicí a signálové vodiče, systémy, 500 kHz až 400 MHz	Postup je uveden v článku 3.2.8.2 pro vnitřní kabeláž. Výsledky se používají pro určení zkušebních úrovní při zkoušce NCS07S	Povinné v případě, že to vyžaduje Národní schvalovací orgán. Zkušební postup se používá pro charakterizování interní

		kabeláže podsystémů. Povinné, pokud to požaduje Národní schvalovací orgán. Může se použít v případě, že intenzita vyzařovaného pole při zkouškách NRS02S a NRS05S není vhodná pro dosažení odstupu požadovaného pro tuto zkoušku nebo z jiného důvodu, nejsou tyto postupy použitelné
NCS07S Ověření odstupu, susceptibilita na vedené emise, systémy	Používají se výsledky zkoušky NCE05S, zvýšené o požadovaný odstup a aplikuje se na interní kabeláž při injektáži do kabelových svazků, 500 kHz až 400 MHz	
NSV01S	Zkouška EMC zdroj-oběť	Povinné

14.5.2.9.1 Obecné zkušební požadavky EMC vnitřních systémů – pozemní platformy

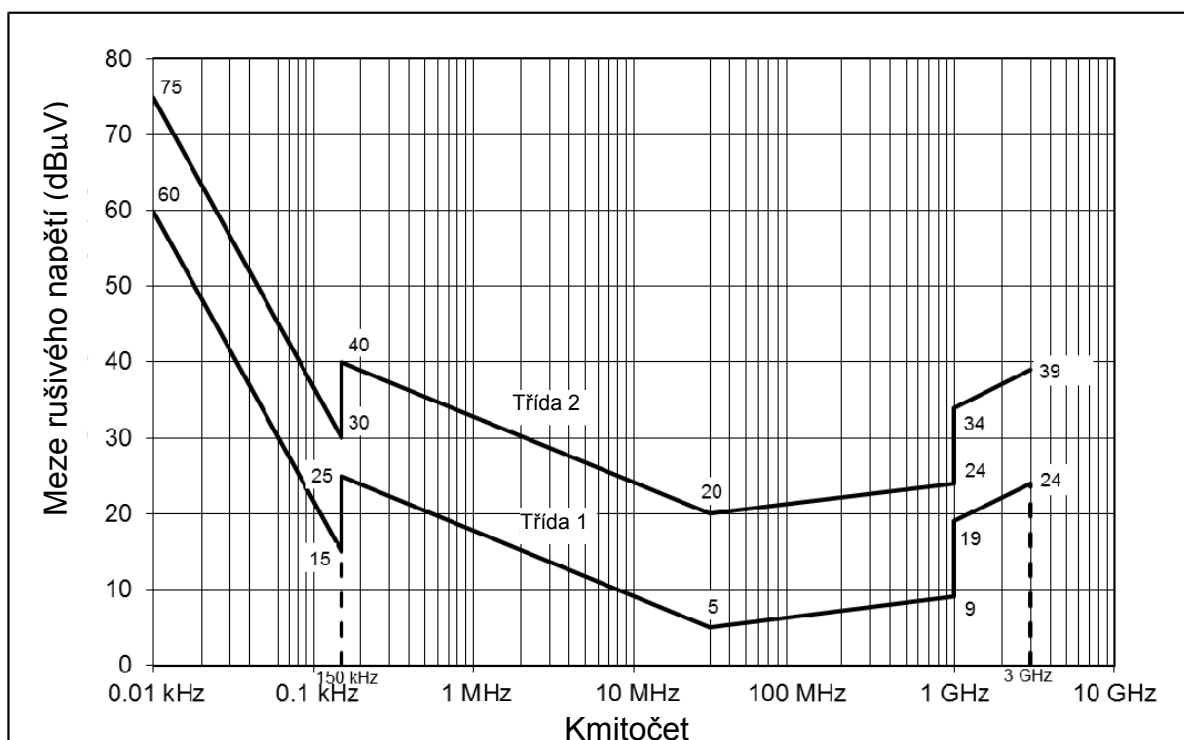
- a) Použitý kmitočtový rozsah při měření a zkouškách musí být stejný jako normální kmitočtový rozsah komunikačních antén a přijímačů/vysílačů, které jsou umístěny na platformě.
- b) Pokud je možno měnit vyzařovací diagram antén umístěných na platformě ať už elektricky nebo mechanicky, musí se směr a uspořádání elektrického dosahu zohlednit ve zkušebním plánu.
- c) Ladění a přizpůsobení antén musí odpovídat běžnému provozu a musí se zohlednit při měření a zkouškách.
- d) Zkoušky pro určení rezervy vyžadují měření referenčních úrovní při použití provozního režimu vysílačích jednotek systému.
- e) V průběhu zkoušek emisí (NRE04S), se musí použít takový provozní režim a uspořádání, při kterých se generují nejvyšší úrovně.
- f) V průběhu zkoušek susceptibilita (NRS05S, NCS07MVS) musí zkoušené zařízení pracovat v nejcitlivějším režimu a uspořádání.

14.5.2.9.2 NRE04S – Úrovně rušivých napětí na instalovaných anténních svorkách, systémy

- a) **Použitelnost:** Zkouška je povinná pouze v případě, že jsou na platformě umístěny přijímací antény.
- b) **Účel:** Zkušební postup je určen pro měření rušivých napětí na anténních svorkách přijímačů umístěných na pozemní platformě nebo systému. Pomocí této zkušební metody se musí demonstrovat, že rušivá napětí na anténních svorkách přijímačů nedosahují nepřijatelných hodnot,
- c) **Požadavky:** Vedle zkušebních podmínek specifikovaných ve všeobecných podmínkách v kategorii 501, článek 8.6.5, se musí zajistit následující podmínky, které se musí uvést ve zkušebním plánu EMC.
 - (1) Musí se zajistit správná funkce všech částí systému při všech provozních režimech a podmínkách. Všechny součásti systému se

musí nastavit do takového režimu, při kterém se očekávají nejvyšší úrovně rušivých napětí na anténních svorkách přijímacích antén.

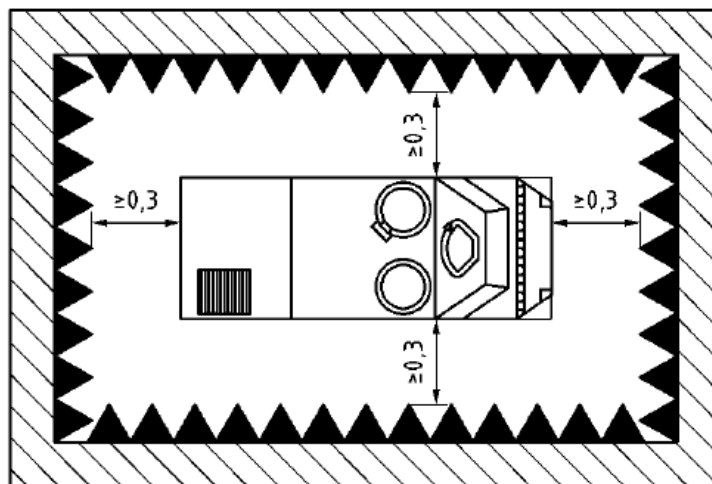
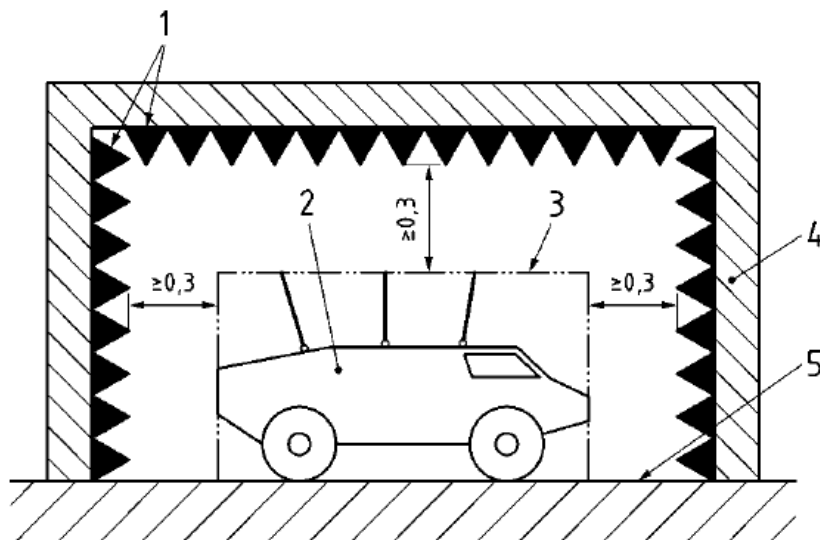
- (2) Měření se musí provádět v semianechoické stíněné komoře. Vzdálenost mezi zkoušeným zařízením a stěnami komory je uvedena na obrázku 507-9. Pro tyto komory se doporučuje použití absorpčních materiálů. Výsledky měření, které nejsou správné vlivem odrazů a rezonancí se nesmí použít pro hodnocení.
 - (3) S výjimkou zkoušené antény se musí veškerá zařízení a systémy instalované na zkoušené platformě připojit k napájení a jejich anténám ale nesmí pracovat v režimu vysílání.
 - (4) Záměrně vysílané provozní kmitočty jsou vyjmuty z hodnocení.
 - (5) Ve zkušebním plánu EMC se musí uvést kmitočtové rozsahy, meze a povolené odchylky schválené národním schvalovacím orgánem.
- d) **Obvyklé meze:** Obrázek 507-8 ukazuje obvyklé meze pro průběžné emise a použitelný kmitočtový rozsah. Pro maximální citlivost přijímačů se musí použít Mez třídy 1. Pokud se povolí snížená citlivost přijímače, může se použít mez třídy 2. Pro přechodové emise jsou povoleny meze o 30 dB vyšší, než je uvedeno na obrázku 507-8.



OBRAZEK 507-8 – Obvyklé meze pro zkoušku NRE04S

- e) Emise způsobené přechodovými jevy jsou pro účely této normy emise, které tvoří impulzy s opakovacím kmitočtem ≤ 5 Hz s trváním ≤ 20 ms a neperiodické emise. Opakovací kmitočty a trvání se musí ověřit v časové oblasti. Emise s opakovacím kmitočtem impulzů > 5 Hz se pro účely této normy považují za průběžné emise.

- f) **Návod na sestavení zkoušky:** Zkušební kmitočtový rozsah, meze a povolené odchylky se mohou sestavit podle požadavků Národního schvalovacího orgánu, tak, aby byly vhodné pro provozní požadavky zkoušeného zařízení. Pro vozidlové anténní systémy se obvykle používá mez třídy 2.
- g) **Zkušební vybavení:**
- (1) Zkušební přijímač
 - (2) Záznamové zařízení
 - (3) Signálový generátor
 - (4) Referenční zářič
 - (5) Osciloskop
 - (6) Sluchátka nebo reproduktor
- h) **Měření:** Zkušební sestava je uvedena na obrázku.
- i) **Funkční zkouška měřicího řetězce:** Ve zkušební sestavě se musí umístit referenční zářič. V provozním kmitočtovém rozsahu se provede kontrola celého měřicího řetězce pro všechny použité antény na nejméně jednom kmitočtu, jak je popsáno v následujících krocích 1) a 2).
- (1) Vyzařovat známý signál v kmitočtovém pásmu antény.
 - (2) Ověřit kmitočet a úroveň napětí na výstupu antény způsobený vyzařovaným signálem.
 - (3) Tato kontrola poskytuje pouze hrubý odhad, že měřicí řetězec pracuje správně. Není žádný další požadavek na přesnost měření úrovně signálu.



LEGENDA 1 – RF absorpční materiál na stropě a stěnách, 2 – zkoušený systém, 3 – hranice zkušební sestavy, 4 – stíněná komora, 5 – vodivá podlaha

OBRÁZEK 507-9 – Umístění systému ve zkušební komoře

- a) **Postup:** Měření rušivých emisí musí probíhat následovně: K přijímací anténě se místo provozního přijímače připojí zkušební přijímač. Přizpůsobovací, ladící jednotka, anténní zesilovače jakož i anténní kabely se považují za součást přijímací antény a jsou tedy součástí zkušební sestavy. Je důležité, aby kostření antény a propojení bylo také součástí zkušební sestavy. Vstupní impedance zkušebního přijímače musí odpovídat vstupní impedanci provozního přijímače. Pokud není možné tuto podmínku dodržet, musí se mezi měřicí přijímač a zkoušenou anténu vložit speciální přizpůsobovací transformátor. Zkušební přijímač se musí připojit postupně ke všem anténám uvedeným ve zkušebním plánu.
- b) Určit rušivá napětí přijímacích antén uvnitř systému následujícím postupem.

- (1) Zkušební přijímač nastavit tak, aby procházel požadované kmitočtové pásmo podle požadavků uvedených v tabulce 501-4 (šířka pásma a doba měření).
- (2) Opakovat měření pro všechny provozní režimy a přijímací antény uvedené ve zkušebním plánu.

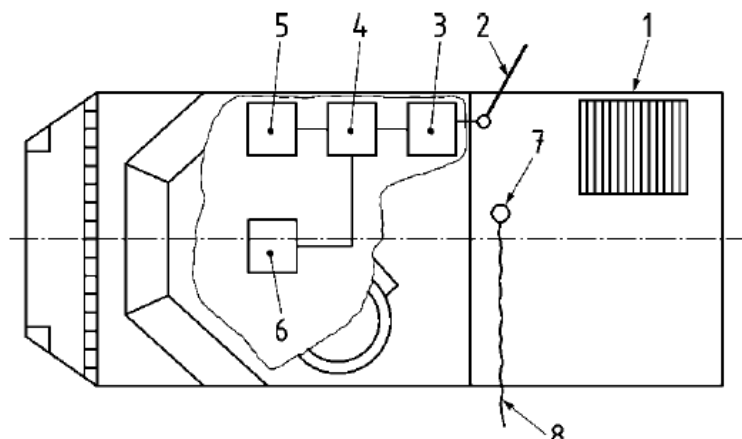
14.5.2.9.3 NCE03S – Vedené emise na anténních svorkách, systémy

- a) **Použitelnost:** Požadavky jsou volitelné a použitelné pro anténní svorky vysílačů, přijímačů a zesilovačů, pokud se požadují Národním schvalovacím orgánem. Požadavky nejsou použitelné pro zařízení, která jsou navržena s anténami permanentně umístěnými na zkoušeném zařízení. Část režimu vysílání tohoto požadavku se nevztahuje na provozní kmitočty zkoušeného zařízení a $\pm 5\%$ základního kmitočtu.
- b) **Požadavky:** Požadavky, postupy a meze pro anténní svorky vysílačů, přijímačů a zesilovačů jsou uvedeny v Kategorii 501 zkouška NCE03. Jako alternativní se může v případě vysílačů s jejich předpokládanými anténami místo zkoušky NCE03 použít zkouška NRE03. Zkouška NCE03 se přednostně používá v případě, že provedení zařízení nebo podsystému neznemožňuje její použití.
- c) **Zkušební postup:** Při zkoušce platformy se musí zkušební postup NCE03 nebo NRE03 uvedený v kategorii 501 přizpůsobit provedení platformy.

14.5.2.9.4 NRS05S – Přímé ověření rezervy susceptibility se zvýšenou úrovní vysílaného výkonu a provozními vysílacími anténami

- a) **Použitelnost:** Zkouška je povinná pouze v případě, že jsou na platformě umístěny vysílací antény a pokud to požaduje Národní schvalovací orgán.
- b) **Účel:** Zkušební postupy uvedené v této normě jsou zamýšleny pro ověření susceptibility proti předpokládanému vyzařovanému rušení vytvářenému komunikačními zařízeními systému.
- c) **Požadavky:** Vedle podmínek uvedených v kategorii 501, článek 8.6.5 se musí sledovat následující podmínky:
 - (1) Správná funkce sledovaného systému se musí zajistit při všech provozních režimech a podmínkách.
 - (2) Musí se nastavit veškeré provozní režimy a podmínky, při kterých se předpokládá nejvyšší vliv rušení.
 - (3) Při provozu systému se musí použít jmenovitý kmitočtový rozsah komunikačních antén použitých v systému.
 - (4) Pokud je možno měnit vyzařovací digram antén umístěných na platformě ať už elektricky nebo mechanicky, musí se směr a uspořádání elektrického dosahu zohlednit ve zkušebním plánu
 - (5) Měření se provádí pouze v kmitočtovém pásmu, ve kterém pracují vysílače systému.

- (6) Přizpůsobovací a ladící obvody antén musí odpovídat běžnému provozu.
- (7) Pro určení rezervy se musí použít provozní vysílače systému, které zaznamenávají referenční úrovně.
- d) **Zkušební zařízení:** Tato zkušební metoda používá zvýšené úrovně vysílání pro přímé ověření rezervy susceptability na produkty pole vytvářené vnitřními vysílači systému. Pokud provozní antény obsahují přizpůsobovací obvody, mohou se poškodit zvýšenými úrovněmi a musí se použít pouze maximální povolené úrovně vysílaného výkonu v souladu s postupy NRS06S.
- e) **Dále se musí použít následující zkušební zařízení:**
- (1) Směrový vazební člen.
 - (2) Zkušební přijímač, zařízení pro měření výkonu nebo ekvivalentní zařízení.
 - (3) Přístroj pro měření intenzity pole.
- f) **Postup:**
- (1) Ověření referenčního vyzařovaného výkonu.
Pro záznam referenčního vyzařovaného výkonu se musí použít provozní vysílače systému. Maximální povolená provozní úroveň uvažované komunikační jednotky, s odpovídající modulací a kmitočty uvedenými ve zkušebním plánu, se musí použít pro přiřazenou anténu.
Pro každý kmitočet uvedený ve zkušebním plánu se musí provést následující kroky (a) až (c) podle obrázku 507-10. Krok (c) se použije pouze v případě, že se požadují krajní a střední kmitočty rozsahu. Referenční vysílaný výkon se rovná rozdílu mezi přivedeným a odraženým výkonem.
 - (a) Do odpovídající antény přivést maximální povolený provozní vysílaný výkon.
 - (b) Zaznamenat přivedený a odražený výkon.
POZNÁMKA Měření výkonu se zamýšlí pouze jako demonstrace správné funkce vysílače. Přesné měření výkonu se nepožaduje.
 - (c) Zaznamenat intenzitu pole, pomocí zařízení pro měření intenzity pole.



LEGENDA 1 – Systém, 2 – Anténa systému, 3 – Ladicí jednotka antény (ATU), 4 – Směrový vazební člen, 5 – Vysílač systému, 6 – Zařízení pro měření výkonu, 7 – Zařízení pro měření intenzity pole, 8 – Optický kabel k vyhodnocovacímu zařízení

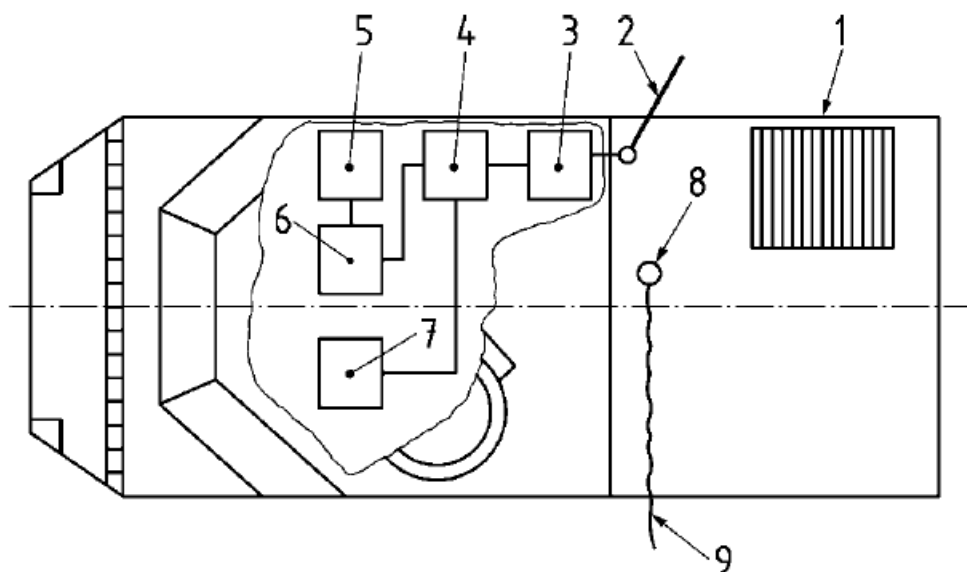
OBRÁZEK 507-10 – Určení referenčního vysílaného výkonu

(2) Funkční kontrola měřicího řetězce

Při funkční kontrole měřicího řetězce se musí vysílaný výkon zvýšit vhodným způsobem (výkonový zesilovač náhradní vysílač). Pokud se to provede, musí se použít stejný způsob modulace jako při zjišťování referenčních úrovní uvedeného výše. Následující kroky (a) až (e) se musí použít při uspořádání uvedeném na obrázku 507-11, pro nejnižší, střední a nejvyšší kmitočty uvedené ve zkušebním plánu.

- (a) Použít referenční vysílaný výkon zvýšený o rezervu odolnosti pro zkoušenou anténu.
- (b) Zaznamenat zvýšený vysílaný výkon (rozdíl mezi přivedeným a odraženým výkonem).
- (c) Zaznamenat intenzitu pole pomocí zařízení pro měření intenzity pole.
- (d) Naměřená intenzita pole musí odpovídat úrovni naměřené v kroku f)1) článku 14.5.2.9.4, zvýšené o rezervu odolnosti.
- (e) Pokud se objeví odchylka vyšší než ± 3 dB, musí se zjistit příčina a provést náprava.

Poloha zařízení pro měření intenzity pole musí odpovídat poloze, která se použila v kroku f)1) článku 14.5.2.9.4.



LEGENDA 1 – Systém, 2 – Anténa systému, 3 – Ladicí jednotka antény, 4 – Směrový vazební člen, 5 – Vysílač systému, 6 – Výkonový zesilovač, 7 – Zařízení pro měření výkonu, 8 – Měřič intenzity pole, 9 – Optické vlákno k vyhodnocovacímu zařízení.

OBRAZEK 507-11 – Přímé ověření rezervy

(3) Ověření rezervy susceptibility.

Při ověřování rezervy susceptibility se musí vysílaný výkon zvýšit. Při tom se musí použít stejný způsob modulace jako v kroku f)1) článku 14.5.2.9.4. Musí se provést následující kroky (a) až (e), při uspořádání uvedeném na obrázku 507-11, pro všechny kmitočty uvedené ve zkušebním plánu.

- (a) Pro zkoušenou anténu použít referenční vysílaný výkon, zvýšený o rezervu odolnosti.
- (b) Zaznamenat zvýšený vysílaný výkon (rozdíl mezi přivedeným a odraženým výkonem).
- (c) Zaznamenat intenzitu pole. Tato kontrola se provádí pouze pro hrubý odhad, že zkušební řetězec pracuje správně. Není požadavek na přesné měření úrovně signálu.
- (d) Monitorovat systém a zaznamenat každou změnu nebo zhoršení funkce.
- (e) V případě, že se zaznamená zhoršení funkce, je třeba určit hodnotu rezervy susceptibility.

Rezerva susceptibility se určí z rozdílu mezi referenční úrovní vysílaného výkonu určeného v kroku f)1) článku 14.5.2.9.4 a naměřenou úrovní vysílaného výkonu při prahu susceptibility.

14.5.2.9.5 NRS06S – Nepřímé ověření rezervy susceptability, susceptibilita na vyzařované emise, systémy

- a) **Použitelnost: Zkouška** je volitelná a pokud se požaduje ověření susceptability citlivých zařízení na zamýšlené emise vysílačů umístěných na pozemní platformě, musí být schválena příslušným orgánem. Tato zkouška se používá v případě, že není možné použít zkoušku pro přímé ověření rezervy susceptability NRS05S.
- b) **Účel:** Zkušební postup je určen pro zajištění ochrany zařízení instalovaných na pozemní platformě a umožňuje správnou funkci zařízení bez zhoršení provozních vlastností vysílačů umístěných na platformě.
- c) **Požadavky:** Vedle podmínek uvedených v kategorii 501, článek 8.6.5 se musí sledovat následující podmínky:
- (1) Zkušební kmitočtový rozsah musí být stejný jako jmenovitý kmitočtový rozsah komunikačních antén užitých v systému.
 - (2) Měření se provádí pouze v kmitočtovém rozsahu, ve kterém se provozují vysílače systému.
 - (3) Pokud je možno měnit vyzařovací diagram antén umístěných na platformě ať už elektricky nebo mechanicky, musí se směr a uspořádání elektrického dosahu zohlednit ve zkušebním plánu.
 - (4) Přizpůsobovací a ladicí obvody antén musí odpovídat běžnému provozu.
 - (5) Rezerva susceptability se určuje jako rozdíl mezi referenční intenzitou elektromagnetického pole a intenzitou pole naměřenou při prahové susceptibilitě, kdy se v obou případech použijí vrcholové hodnoty intenzity pole.
 - (6) Pro určení rezervy se musí použít provozní vysílače systému, které zaznamenávají referenční úroveň.
- d) **Zkušební zařízení:** Tato zkušební metoda používá zvýšené úrovně vysílání pro ověření rezervy odolnosti a některé vysílače se musí nahradit vysílači, které zajistí dosažení vysokých úrovní RF pole požadovaných touto zkouškou. Mohou se použít výkonové zesilovače nebo vysílače s vyšším výkonem a anténami.
- e) **Dále se musí použít následující zkušební zařízení:**
- (1) Směrový vazební člen.
 - (2) Zkušební přijímač, zařízení pro měření výkonu nebo ekvivalentní zařízení.
 - (3) Přístroj pro měření intenzity pole.
- f) **Postup:**
- (1) Ověření referenční intenzity pole.
Pro záznam referenčního vyzařovaného výkonu se musí použít provozní vysílače systému. Maximální povolená provozní úroveň

uvažované komunikační jednotky, s odpovídající modulací a kmitočty uvedenými ve zkušebním plánu EMC, se musí použít pro přiřazenou anténu.

Pro každý kmitočet uvedený ve zkušebním plánu se musí provést následující kroky (a) až (c) podle obrázku 507-10. Následující kroky se použijí v případě měření referenční intenzity pole při použití sestavy uvedené na obrázku 507-10 pro každý kmitočet uvedený ve zkušebním plánu EMC. Krok (c) se použije pouze v případě, že se požadují krajní a střední kmitočty rozsahu. Musí se měřit výkon přiváděný do provozních antén a intenzita pole ve všech zkušebních bodech uvedených ve zkušebním plánu EMC. Referenční vysílaný výkon se rovná rozdílu mezi přivedeným a odraženým výkonem.

- (a) Do odpovídající antény přivést maximální povolený provozní vysílaný výkon.
- (b) Zaznamenat přivedený a odražený výkon. Měření výkonu se zamýšlí pouze jako demonstrace správné funkce vysílače. Přesné měření výkonu se nepožaduje.
- (c) Zaznamenat intenzitu pole, pomocí zařízení pro měření intenzity pole

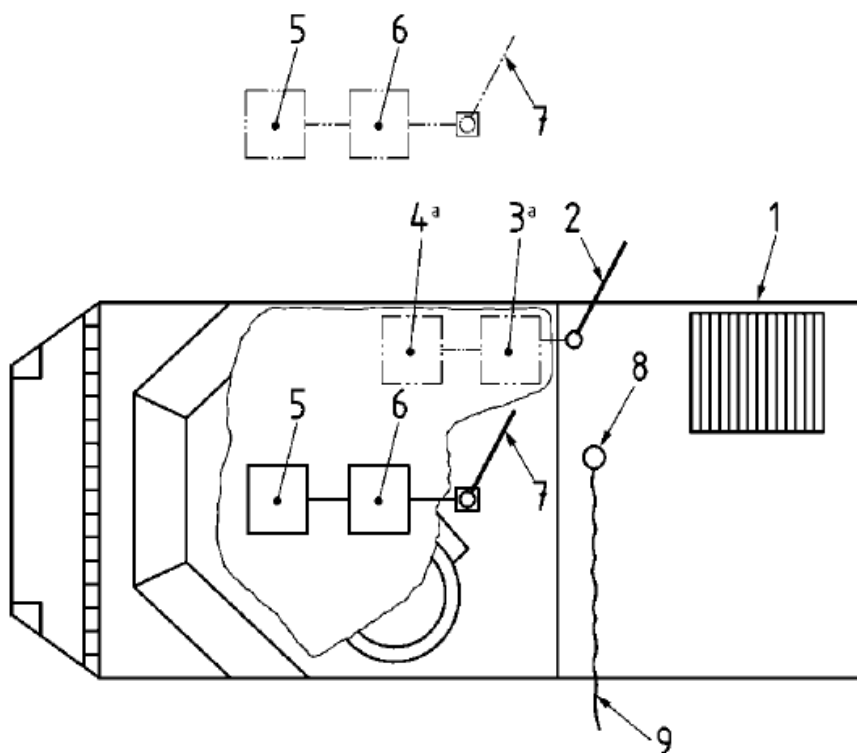
Kroky (a) až (c) opakovat pro všechny antény uvedené ve zkušebním plánu EMC.

g) Ověření rezervy susceptibility

Pro ověření rezervy odolnosti se musí použít stejný typ modulace jako v případě určování referenční intenzity pole v kroku f)1) článku 14.5.2.9.4. Pokud to není možné, pak se musí použít modulace uvedené v kategorii 501, článek 8.6.6.10.4.2. V takovém případě se musí přesně definovat způsob modulace ve zkušebním protokolu.

Provést následující kroky při zkušební sestavě uvedené na obrázku 507-12 pro všechny kmitočty uvedené ve zkušebním plánu EMC.

- (1) Zvyšovat výkon vysílače připojeného k náhradní anténě, dokud se nedosáhne referenční úroveň zvýšená o rezervu odolnosti.
- (2) Monitorovat systém pro zhoršení funkce způsobené vlivem susceptibility.
- (3) Pokud se při provozu zkoušeného zařízení objeví zhoršení funkce nebo jakýkoliv vliv susceptibility, musí se následujícím postupem určit hodnota prahu susceptibility:
 - (a) Zkušební signál se snižuje, dokud se nedosáhne správné funkce zařízení.
 - (b) Pak se zkušební signál sníží o dalších 6 dB.
 - (c) Zkušební signál se opět zvyšuje, dokud se opět neobjeví vliv susceptibility. Tato hodnota je práh susceptibility.



LEGENDA 1 – Systém, 2 – Anténa systému, 3 – Ladicí jednotka antény, 4 – Vysílač systému, 5 – Náhradní vysílač, 6 – Výkonový zesilovač, 7 – Náhradní anténa, 8 – Měřič intenzity pole, 9 – Optické vlákno k vyhodnocovacímu zařízení, nezapnuto.

OBRÁZEK 507-12 – Nepřímé ověření rezervy

- (d) Aktuální rezerva se určuje jako rozdíl mezi referenční intenzitou pole určenou v postupu f) 1) a naměřenou hodnotou prahové susceptibility.
- (e) Pokud výsledky ukazují, že nebylo dosaženo bezpečné rezervy, pak se musí uvést provozní postupy, které buď vyloučí nebezpečné kmitočty, nebo se musí snížit výkon vysílače. Pokud se nedosáhne bezpečná rezerva pro důležitá zařízení, musí se provést nový návrh zařízení tak, aby se riziko snížilo na minimum.

14.5.2.9.6 NCS07S – ověření rezervy, vedené emise, systémy

- a) **Použitelnost:** Zkouška je volitelná a musí se použít, pokud jsou úrovně vyzařovaného výkonu použitého pro ověření rezervy, při zkoušce susceptibility na vyzařované emise v článku 14.5.2.9.4 nevhodné pro měření použitelné rezervy.
- b) **Účel:** Zkouška je zamýšlena pro ověření ochrany zařízení instalovaného na pozemních platformách a zajišťuje, že zařízení umístěné na platformě s RF vysílači, bude pracovat bez zhoršení funkce.
- c) **Požadavky:** Vedle podmínek uvedených v kategorii 501, článek 8.6.5 se musí sledovat následující podmínky

- (1) Správná funkce zařízení systému se musí zajistit pro všechny sledované provozní režimy a podmínky.
 - (2) Musí se nastavit všechny provozní režimy, ve kterých se předpokládá nejvyšší vlivy interference.
 - (3) Zkušební kmitočtový rozsah, meze a povolené odchylky od běžného provozu se musí uvést ve zkušebním plánu.
 - (4) Ověření rezervy mezi vedenými emisemi a susceptibilitou na vedené emise se provádí na základě dříve provedených měření vedených emisí z vnitřních kabelů při zkoušce NCE05S (článek 14.5.2.8.2). Musí se zajistit, aby se monitorovací sondy umístily ve stejných místech jako v případě uvedené zkoušky. Při zkoušce NCE05S, musí vysílače umístěné na platformě pracovat a výsledné proudy na zkoušených kabelech se musí zaznamenávat na diskretních zkušebních kmitočtech. Zkouška NCE05S se nesmí provádět skenováním, aby bylo možno výsledky použít pro zkoušku NCS07S.
- d) Požadované zkušební proudy odpovídají proudům naměřeným při zkoušce NCE05S, zvýšeným o požadovanou rezervu susceptibility. Provádí se podle obrázku 507-7 pomocí injekční sondy a měří se prostřednictvím proudové monitorovací sondy.
- e) **Postup:** Pro všechny vodiče, kabely a kabelové svazky se musí provést následující kroky při zkušební sestavě uvedené na obrázku 507-7.
- (1) Umístit proudovou sondu do vhodného zkušebního místa, viz obrázek 507-7.
 - (2) Nastavit signálový generátor na počáteční kmitočet s impulzní modulací 1 kHz a střídou 50 %.
 - (3) Zkušební proud musí odpovídat proudu naměřenému při zkoušce NCE05S, zvýšenému o požadovanou rezervu uvedenou v kategorii 504, článek 11.5.1.
 - (4) Zkušební úroveň se přivede do injekční proudové sondy a monitoruje se proudovou monitorovací sondou, viz obrázek 507-7.
 - (5) Systém se monitoruje z hlediska zhoršení funkce způsobeného vlivem susceptibility.
 - (6) Pokud se v průběhu provozu EUT objeví nějaký vliv susceptibility na vedené emise, musí se následujícím postupem zjistit prahová hodnota susceptibility:
 - (a) Zkušební signál se sníží na úroveň, při které se zkoušené zařízení vrátí do původního funkčního stavu.
 - (b) Pak se zkušební signál sníží o dalších 6 dB
 - (c) Zkušební signál se pomalu zvyšuje, dokud se opět neprojeví vliv susceptibility. Tato hodnota se označí jako práh susceptibility.

- (7) Výše uvedené kroky se musí opakovat pro všechny zkušební místa, modulace a diskrétní kmitočty použité při zkoušce NCE05S pro měření zkoušky vedených emisí.
- f) Skutečná rezerva se určuje z rozdílu mezi referenční úrovní proudu při zkoušce NCE05S a úrovní injektovaného proudu použitého při měření prahové susceptibility.
- g) Pokud výsledky ukazují, že se nedosáhla požadovaná bezpečná rezerva, pak se musí provést ochranná opatření na nebezpečných kmitočtech, nebo se musí snížit vyzařovaný výkon RF vysílačů. Pokud se bezpečná rezerva nedosáhne u důležitých zařízení a systémů, musí se provést konstrukční úpravy tak, aby se nebezpečí snížilo na minimum.

14.5.2.9.7 NSV01S Zkouška zdroj-oběť uvnitř systému

- a) **Použitelnost:** Požadavek se používá pro všechny pozemní platformy a systémy bez ohledu na určení a třídu.
- b) **Účel:** Účelem zkoušky je:
- (1) Zajistit EMC pozemního systému, tak aby se dosáhla odpovídající provozní úroveň.
 - (2) Zajistit, aby důležitá zařízení z hlediska bezpečnosti měla dostatečnou úroveň bezpečné rezervy podle kategorie 505, článek 12.5.1.
- c) **Požadavek:** Pozemní systém musí být elektromagneticky kompatibilní, aby se dosáhl požadovaný provozní výkon. Kompatibilita se musí ověřit zkouškou na úrovni systému EMC zdroj-oběť. Musí se použít požadavky kategorie 504, článek 11.5.1 a 11.5.8.
- d) Národní schvalovací orgán musí identifikovat zařízení a podsystémy, které se budou ověřovat při zkoušce platformy:
- (1) Při běhu motoru.
 - (2) V průběhu startování a zastavování motoru.
 - (3) Při vypnutém motoru.
 - (4) Při provozu na provozní a nastavbové baterie.
 - (5) Při napájení platformy z externího zdroje AC/DC.
- e) Národní schvalovací orgán musí identifikovat, zda je zkoušená platforma vybavena rádiovým komunikačním systémem a ve kterých výše uvedených stavech se provozuje.
- f) Zkušební postupy, podrobně popsány níže v odstavci "Ochrana zařízení před palubními vysílači" jsou volitelné a musí být potvrzeny národním schvalovacím orgánem.
- g) **Zkušební plán:** Musí obsahovat následující položky:
- (1) Matici zdroj-oběť, která obsahuje:
 - (a) Všechna důležitá zařízení z hlediska bezpečného provozu vozidla a z hlediska splnění bojového úkolu.

- (b) RF vysílače a přijímače včetně zařízení pro rádiovou komunikaci, radary, GPS, EW, rušiče, čítače-IED, aktivní ochranu, majáky atd. pokud jsou umístěny na platformě.
 - (c) Anténní systémy umístěné na platformě, včetně výnosných.
 - (d) Veškerá zařízení s vysokou spotřebou jako jsou například klaksony, stěrače, ostřikovače, topení, ventilátory, rozmrazovače, navigáky, varné konvice, otočné věžičky AC/DC generátory.
 - (e) Provozní režimy pomocných zařízení. Volba provozních režimů se musí provádět na základě, buď provozního režimu, který je schopen produkovat nejvyšší úroveň RF susceptibility nebo emisí nebo provozních režimů, které se budou nejčastěji používat (např. 80 % provozního času). Musí se započítat veškeré tvary signálů, které je možno vysílat nebo přijímat palubními vysílači a přijímači (např. digitální hlasové a datové provozní režimy se všemi funkcemi mohou mít stejné modulace a identické požadavky na šířku pásma. Je třeba je alespoň jednou uvést v matici zdroj-obět pro jakékoliv systémy uvedené v matici. V matici je také třeba odděleně posuzovat provozní režimy pro hlasovou komunikaci používající AM a FM modulaci). Pokud je to nutné, je třeba podrobně popsat, jakým způsobem se budou provozní režimy simulovat.
 - (f) Provozní kmitočty přijímačů a vysílačů, a pokud se používá, pak i nastavení kmitočtového skoku.
 - (g) Kritéria splňuje/nesplňuje pro hodnocení zařízení v jednotlivých provozních režimech uvedených v matici zdroj-obět. Kritéria musí být jednoznačná a musí se jasně stanovit, včetně tolerančních úrovní, ještě před provedením zkoušky. Pokud je to nutné, tak provést podrobný popis jednotlivých kritérií a jejich monitorování.
 - (h) Provozní stavy vozidla/platformy podle požadavků národního schvalovacího orgánu.
- (2) Předzkušební ověření: Před tvorbou zkušebního programu EMC se musí provést následující zkoušky a ověření.
- (a) Požadavek 1 - Kontrola uspořádání.
 - (b) Požadavek 2 – Kontrola základních funkcí.
 - (c) Požadavek 4 – Kostření a spojování.
 - (d) Požadavek 6 – Elektrická bezpečnost.
 - (e) Zajistit, aby se veškeré vysílače/přijímače shodovaly s deklarovanými specifikacemi se zvláštním zřetelem na výstupní výkon vysílačů a citlivost přijímačů.
 - (f) Zajistit správné přizpůsobení vysílačů a antén měřením VSWR a ověřit správnost naměřených a specifikovaných údajů. Měření SINAD se musí provést pro všechny kmitočty uvedené v matici zdroj-obět.

- (3) Zkušební postup při stacionární platformě: Zkušební postup musí být následující:
- (a) Přesunout platformu na zkušební místo
 - (b) Provést postupně EMC zkoušky požadované maticí zdroj-oběť. Vyhodnotit odezvy systému s ohledem na kritéria a požadované rezervy.
 - (c) Tam, kde se objevila susceptibilita, je nutné provést její dokumentaci, pokud je to možné jako videozáznam, fotografie, zvukový záznam, obsah paměti nebo jiný projev. Musí se zjistit kmitočety a výstupní výkon vysílače, při kterém se vyskytla maximální susceptibilita.
 - (d) Některé položky matice zdroj-oběť zahrnující rádiové a radarové přijímače a vysílače mohou vyžadovat další postupy nebo úvahy.
 - (e) Zvolte místo pro rádiovou komunikaci ve vzdálenosti nejméně 100 m od zkoušené platformy pro úplné ověření komunikačního zařízení a podsystémů.
 - (f) Postupně spouštět každý rádiový nebo radarový vysílač při jeho maximálním výstupním výkonu. Pro účely EMC zkoušek se mohou ověřovat bezpečné rezervy důležitých zařízení a podsystémů za použití postupů NRS05S, NRS06S nebo NRS07S, pokud to požaduje národní schvalovací orgán.
 - (g) Monitorovat provoz rádiových a radarových přijímačů s ohledem na kritéria splňuje/nesplňuje při jejich nastavení na minimální rozpoznatelnou úroveň přijímaného signálu.
 - (h) Opakujte zkoušky podle matice zdroj-oběť pro každý rozdílný průběh signálu, který se může vyskytnout při provozu komunikačních zařízení umístěných na platformě (včetně výnosných)
 - (i) Opakujte zkoušky podle matice zdroj-oběť pro každý provozní kmitočety a kmitočtový skok podle zkušebního plánu.
- (4) Zkušební postup pro mobilní platformy: Zkoušky EMC se musí provádět s platformou umístěnou na pohyblivém prostředku, aby bylo možné vyhodnotit systémy, které mají spojitost s pohybem (ovládače, brzdy, řazení, rychloměr atd.). Zkoušky EMC se musí provádět v následujících zkušebních podmínkách:
- (a) Každý vysílač a zdroj s vysokou spotřebou se musí ověřovat samostatně.
 - (b) Pokud je možno umístit anténu na různá místa a do různé polohy, musí se vyhodnotit každé umístění a poloha antény.
 - (c) Pokud může několik vysílačů pracovat společně, musí se vliv tohoto provozu pro zařízení důležitá pro činnost vozidla ověřovat i při tomto režimu. Např. elektrické nebo elektronické ovladače, brzdy, ovládání otočné věžičky atd.

- (d) Vysílače nebo jiné zdroje se musí používat v jejich provozních kmitočtových rozsazích, při maximálním deklarovaném výstupním výkonu a možných modulacích.
- (e) Výběr vysílaných kmitočtů se musí provádět na základě kmitočtů, ověřovaných v rámci zkoušek susceptibility nebo, jak je uvedeno v kategorii 507 Požadavek 8. Déle se musí zvolit provozní kmitočty následujícím způsobem:
 - (1) Kmitočtové pásmo HF – 1,6 MHz až 30 MHz s krokem 0,5 MHz.
 - (2) Kmitočtové pásmo VHF – 30 MHz až 225 MHz s krokem 1 Hz.
 - (3) Kmitočtové pásmo UHF – 225 MHz až 450 MHz s krokem 5 MHz.
- (f) V případě zařízení s kmitočtovým skokem se musí provoz ověřovat v režimu kmitočtového skoku.
- (g) Pokud zařízení používá laděnou anténu, musí se nastavit minimálně nejnižší, střední a nejvyšší kmitočty provozního rozsahu. V případě kmitočtového skoku se musí nastavit režim, při kterém se vyskytnou všechny kmitočty dostupné při použití laděné antény.
- (h) Příklady zkoušek platformy, které se musí provést, jsou následující.
Musí se potvrdit že:
 - (1) Je možno zařadit všechny rychlosti.
 - (2) Brzdový systém je plně funkční.
 - (3) Stěrače pracují bez omezení.
 - (4) Palivové čerpadlo pracuje správně.
 - (5) Elektricky ovládané zbraně (např. motory a spouště) pracují správně.
 - (6) Ovládání střelecké věže je bez závad.

14.5.2.10 Požadavek 10 – Vyzařovací diagram antény

- a) **Použitelnost:** Tento požadavek je použitelný pro pozemní platformy s všesměrovým anténním systémem umístěným na vozidlech nebo přemístitelných kontejnerech. Postup je možné použít také pro směrové anténní instalace.
- b) **Účel:** Tento požadavek určuje některé důležité charakteristiky anténních systémů instalovaných na platformě, jako jsou např.:
 - (1) Vyzařovací diagramy všech antén instalovaných na pozemní platformě.

- (2) Zisk antény, který popisuje účinnost anténního systému vzhledem k všesměrovému vyzařování v celém provozním kmitočtovém rozsahu.
 - (3) Rozsah redukce při specifikovaném úhlu ve srovnání se směrem maximálního zisku antény.
 - (4) Horizontální oblouk, ve kterém anténní systém produkuje požadovanou úroveň provozní rádiové komunikace.
 - (5) Výpočet zisku pro HF a VHF/UHF antény.
- c) Informace v článku 14.5.2.10.1 se musí použít ve spojení s těmito požadavky, aby bylo možno určit provozní charakteristiky ve výše uvedených krocích 2), 3) a 4).
- d) Článek 14.5.2.10.1 poskytuje jednoduché tabulky a příklady.
- e) **Zkušební plán:** Zkušební plán musí obsahovat minimálně následující údaje:
- (1) Podrobné uspořádání pozemního systému
 - (2) Návrh instalace anténních systémů
 - (3) Pokyny pro instalaci a spojování jednotlivých anténních systémů
 - (4) Zkušební kmitočty jednotlivých anténních systémů
 - (5) Pokud je velikost antény nastavitelná, musí se určit její velikost při zkoušce.
- f) Jako návod se musí použít specifikované doporučení pro anténní systémy, včetně těch, které jsou uvedeny v článku 14.5.2.10.1. Zkušební plán dodavatele se musí vztahovat k požadavkům uživatele pro komunikaci zkoušeného pozemního systému a musí se v něm specifikovat měřené parametry.
- g) **Požadavky na zkušební místo:**
- (1) Zkušební místo musí obsahovat otočnou plošinu vhodných rozměrů a konstrukci pro upevnění a otáčení zkoušené platformy.
 - (2) Otočná plošina musí být dálkově ovládaná a musí poskytovat informaci o úhlu natočení.
 - (3) Pokud není otočná plošina k dispozici, může se použít alternativní metoda, při které se používá kruhová zkušební dráha.
 - (4) Zkušební místo musí být elektricky klidné a nesmí obsahovat žádné odrazné plochy, jako jsou stěny budov a plotů. Odrazné plochy nesmí na měřicí anténě produkovat změny signálu vyšší než 1 dB.
 - (5) Vhodnost zkušebního místa se musí ověřit měřicími anténami v celém zkušebním kmitočtovém rozsahu.
- h) **Zkušební kmitočty:** Zkušební kmitočty jsou následující. Zkušební plán musí obsahovat alternativní nebo dodatečné kmitočty:

- (1) Kmitočtový rozsah HF: 2,1 MHz, 2,9 MHz, 4,1 MHz, 5,7 MHz, 8,0 MHz, 11,1 MHz, 15,4 MHz, 21,5 MHz, 26,2 MHz, 29,9 MHz.
 - (2) Kmitočtový rozsah VHF/UHF: Interval 30 MHz až 225 MHz s krokem 5 MHz a interval 225 MHz až 450 MHz s krokem 25 MHz.
 - (3) V případě úzkopásmových antén se volí nejnižší, nejvyšší a střední kmitočet laděného kmitočtového pásma.
- i) **Zkušební zařízení:** Pro měření se musí použít následující vybavení:
- (1) Měřicí přijímač – Měřič intenzity elektromagnetického pole, který pokrývá kmitočtové pásmo zkoušených antén. Musí mít citlivost lepší než -20 dB μ V při šířce pásma 1 kHz s detektorem střední hodnoty. Výstup se musí připojit k záznamovému zařízení pro uložení údajů pro grafické zpracování údajů, Záznamové zařízení může být součástí měřicího přijímače.
 - (2) Směrový měřič výkonu – Kalibrovaný s přesností $\pm 5 \%$ v celém kmitočtovém pásmu pro zkoušené antény. Tento přístroj se používá pro zjišťování zisku antén.
 - (3) Měřicí anténa v pásmu HF – Standardní anténa, která pokrývá kmitočtový rozsah 1 MHz až 30 MHz. Požaduje se kalibrace antény pro použitou měřicí vzdálenost.
 - (4) Měřicí anténa v pásmu VHF/UHF – Standardní anténní systém pokrývající kmitočtové pásmo 30 MHz až 450 MHz. Požaduje se kalibrace pro použitou měřicí vzdálenost.
 - (5) Vysílací dipólová anténa – Standardní dipólový systém, který pokrývá kmitočtové pásmo 30 MHz až 450 MHz. Délka antény se musí průběžně nastavovat v celém kmitočtovém pásmu zkoušené antény. Tato anténa se musí použít pro měření zisku VHF/UHF antén.

- (6) Proměnný krokový útlumový člen – musí mít následující charakteristiky:
- (a) Dynamický rozsah 0 dB až 100 dB.
 - (b) Nastavitelný krok 0,1 dB.
 - (c) Kmitočtový rozsah 1 MHz až 450 MHz.
 - (d) Vložené ztráty $\leq 0,25$ dB.
 - (e) Přesnost útlumu v rozsahu $\pm 0,1$ dB.
- j) **Návod:** Před začátkem zkoušek antén a měřením je třeba zajistit a uspokojivě splnit následující požadavky:
- 1) Požadavek 1 – Kontrola uspořádání, podle platné instalační dokumentace. Jakékoliv jiné fyzické uspořádání, přidání nebo odebrání podsystémů po zkoušce má za následek znehodnocení předchozích výsledků.
 - 2) Požadavek 4 – Měření kostření a spojování.
 - 3) Požadavek 5 – Elektrická bezpečnost HERP
 - 4) Měření a zaznamenání VSWR mezi vysílačem a anténní laděnou jednotkou. Ověřit, že VSWR odpovídá specifikovaným mezím zařízení. Měření opakovat na všech kmitočtech, na kterých se bude vyzařovací diagram antény měřit.
 - 5) Požadavek 9 – Elektromagnetická kompatibilita, vnější systémy.
- k) Zkušební postupy při měření vyzařovacího diagramu za použití otočné plošiny: Zkušební postup je následující:
- 1) Přesunout zkoušenou platformu na otočnou plošinu.
 - 2) Umístit přijímací anténu do vzdálenosti nejméně 30krát větší než je výška vysílací antény. Přijímací anténa musí být nad zemní plochou ve stejné výšce, jako je vysílací anténa instalovaná na platformě.
 - 3) Připojit měřicí antény k přijímači. Mezi anténu a přijímač vložit útlumový člen.
 - 4) Připojit výstup otočné plošiny a přijímače k záznamovému zařízení.
 - 5) Kalibrovat záznamové zařízení tak, aby určité poloze otočné plošiny odpovídal správný údaj měřicího přijímače.
 - 6) Provést nebo ověřit kalibraci měřicího přijímače. Nastavit přijímač do režimu měření střední hodnoty (nebo měření intenzity pole) pro snížení vlivu lokálně generovaných impulzů nebo šumu.
 - 7) Zjistit poslechem, zda se na místě měření nevyskytují jiné vysílače, které vysílají na zkušebních kmitočtech. Zaklíčovat odpovídající vysílače platformy při nejmenším možném výkonu.
 - 8) Naladit měřicí přijímač na vysílaný kmitočet. Nastavit vstupní útlumový člen přijímače tak, aby se zaznamenal přijímaný signál. Amplitudu přijímaného signálu zaznamenat do kruhového diagramu.

- 9) Otočit plošinu do další měřicí polohy. Požadovaný krok otáčení plošiny závisí na směrovosti antény umístěné na zkoušené platformě a požadované přesnosti. Jako návod pro určení maximálního kroku otáčení je možno použít pravidlo, že nesmí být větší než šířka laloku/60 (pro všesměrovou anténu, kdy je šířka vyzařovacího laloku 360° , je tedy maximální velikost kroku otáčení 6°). Nastavit vstupní útlumový člen přijímače a proměnný krokový útlumový člen tak, že maximální výstup záznamového zařízení je 0 až 2 dB pod vnějším kruhem diagramu.
- 10) Provést postupné měření vyzařovacího diagramu v rozsahu 360° pro každý instalovaný anténní systém.
- 11) Vyhodnotit vyzařovací diagram následujícím způsobem.
 - (a) Zaznamenat rozdíly mezi maximální a minimální úrovní vyzařování. Tyto změny by měly být menší než 6 dB. Pokud anténní systém obsahuje více než jednu anténu, mohou další antény působit jako odražeče nebo směrovače a na některých kmitočtech mohou způsobit hluboké propady. V takovém případě, není možno vypočítat odpovídající údaj. Vyzařovací diagram se musí považovat za informaci pro všechny ostatní antény umístěné na platformě. Také je nutné, aby byly všechny antény připojeny k odpovídajícím přizpůsobovacím členům.
 - (b) Pokud není v předchozím kroku splněn požadavek kruhového směrového diagramu, pak je třeba doložit, že je splněn požadavek komunikační vzdálenosti, ve směru nejnižšího zisku antény.
 - (c) Pokud není požadavek komunikační vzdálenosti splněn, musí se vzít v úvahu použití jiného umístění antény. (V některých případech může zlepšení zemní plochy zvýšit účinnost antény).
- 12) Opakovat výše uvedené kroky 1) až 11) pro všechny zbývající zkušební kmitočty. Žádná anténa umístěná na platformě se nesmí naladit na kmitočet, který je v okolí 5 % kmitočtu, na kterou je naladěna jiná anténa. Rádiová zařízení, která nejsou předmětem zkoušky, se nesmí naladit na zkušební kmitočet ani na jeho harmonickou složku.
- I) Zkušební postup měření vyzařovacího diagramu metodou kruhové zkušební dráhy: Pokud zkušební místo neobsahuje otočnou plošinu vhodnou pro umístění zkoušené platformy, pak se může alternativně použít kruhová zkušební dráha. Zkušební postup je pak následující:
 - (1) Uspořádat zkušební místo postupem uvedeným v předchozím kroku, při použití otočné plošiny. Označit kruhovou dráhu o průměru, který se rovná minimálnímu zatáčení vozidla.
 - (2) Ujistit se, že v místě měření se nevyskytují žádné odrazy, bez ohledu na to, kde se na kruhové dráze nachází zkoušené vozidlo.
 - (3) Umístit zkušební zařízení do vzdálenosti vnější hrany kruhové zkušební dráhy, která je nejméně 30násobek výšky vysílací antény nebo

30násobek průměru kruhové zkušební dráhy nebo jedna čtvrtina vlnové délky zkušebního kmitočtu

- (4) Vysílat ustálený signál z antény umístěné na zkoušené platformě, zatímco se vozidlo pohybuje pomalu konstantní rychlostí po zkušební kruhové dráze, dokud se neprovede úplný kruh. Na krátký okamžik vypnout vysílání v okamžiku, kdy zkoušená platforma směřuje přímo ke zkušebnímu zařízení. Tímto způsobem se určí azimut 0° pro výsledný směrový diagram antény.
 - (5) Současně měřit přijímaný signál zkušebním zařízením a zaznamenat údaje.
 - (6) Získané údaje zaneść do kruhového diagramu. Přerušeni vysílání v předchozím kroku 4) představuje značku, který určuje referenční azimut a body mezi kterými se musí azimut interpolovat.
 - (7) Pokud je to nutné, opakujte měření za použití jiného referenčního azimutu pro ověření, zda je absence nebo přítomnost skutečné nuly původního referenčního azimutu způsobena vlivem vozidla/platformy nebo vnějšími vlivy.
- m) **Zisk antény:** V rozsahu VHF a UHF se určuje srovnáním vyzařované úrovně ze zkoušené platformy anténou a standardním půlvlnným dipólem. Tato metoda je technicky nepraktická v pásmu HF z důvodu fyzikálních rozměrů dipólu. Rozdílná metoda je odvozena v článku 14.5.2.10.1, kdy se pro určení zisku HF antény kombinuje teoretický předpoklad s měřením.
- n) **Zisk HF antény** – Zkušební postup je následující:
- (1) Za pomoci programu GRAWE uvedeného v článku 14.5.2.10.1 určit intenzitu pole v dBuV/m na místě příjmu, produkovanou izotropickým zdrojem při výkonu 1 kW.
 - (2) Pomocí následujícího vztahu převést získanou úroveň intenzity pole na intenzitu produkovanou vysílačem s výkonem 20 W.
 - (3) $E_0 (20 W) = GRWAVE(dB\mu V/m) - 10 \log_{10} (1\ 000/20)$.
 - (4) Umístit měřicí anténu do takové vzdálenosti od středu otočné plošiny, pro kterou se prováděl výpočet GRWAVE.
 - (5) Připojit měřicí anténu přijímači.
 - (6) Pro každý kmitočet provést měření vyzařovacího diagramu antény.
 - (7) Určit polohu vozidla pro případ, kdy se vyskytla maximální hodnota. Tato poloha se použije pro měření zisku.
 - (8) Do série s měřenou anténou umístit směrový vazební člen.
 - (9) Spustit vysílání.
 - (10) Zaznamenat výkon přiváděný do antény P_f (W) a odražený výkon P_r (W). Zaznamenat nastavení útlumového členu A (dB) a údaj měřicího přijímače M (dBuV).

- (11) Zisk HF antény se určí dosazením naměřené úrovně a vypočtené intenzity pole do vztahu (6) v článku 3.2.10.1 odvozením zisku zkoušené antény:

$$(a) G_t = (M + A + C) - E_0 + 10 \log_{10} (20/(P_f - P_r)).$$

- o) **Měření zisku VHF/UHF antén** – Postup je následující:

- (1) Provést měření vyzařovacího diagramu VHF/UHF antény postupem, uvedeným výše.
- (2) Otáčet zkoušenou platformu tak, aby se zjistila poloha, při které anténa VHF/UHF produkuje nejvyšší úrovně při zkoušeném kmitočtu.
- (3) Do série s napáječem antény zkoušené platformy umístit směrový vazební člen.
- (4) Zaznamenat výkon přiváděný do antény (P_{f1}) a odražený výkon (P_{r1}).
- (5) Nastavit vstupní proměnný krokový útlumový člen měřicího přijímače tak, aby záznamové zařízení bylo přizpůsobeno vstupnímu signálu přijímače M_t (dB μ V).
- (6) Umístit standardní laděný dipól do blízkosti zkoušené platformy. Nastavte prvky laděného dipólu tak, aby odpovídaly zkušebnímu kmitočtu.
- (7) Připojit laděný dipól ke zkoušenému vysílači platformy.
- (8) Zaznamenat výkon přiváděný do antény (P_{f2}) a odražený výkon (P_{r2}).
- (9) Vykreslit výstup z dipólové antény do vyzařovacího diagramu VHF/UHF antény. Tento výstup odpovídá vstupnímu signálu přijímače M_s (dB μ V).
- (10) Pro výpočet zisku (dBi) zkoušené VHF/UHF antény vložit hodnoty do dále uvedeného vztahu (9). Zisk se v tomto případě vztahuje ke standardnímu dipólu.

$$G_t - G_s = (M_t - M_s) + 10 \log_{10} ((P_{f2} - P_{r2}) / (P_{f1} - P_{r1})).$$

14.5.2.10.1 Požadavek 10 - Dodatečné informace

Dodatečné informace k požadavku 10 jsou následující:

- a) Šablony ve formě tabulek a grafů pro záznam a vykreslení údajů.
- b) Odvozené vztahy pro výpočet zisku VHF/UHF antén.

14.5.2.10.1.1 Použití šablon

- a) Data ukládaná do elektronického zařízení je možno vykreslit tabulkovým procesorem, který je schopen vykreslit kruhový diagram jako je např. EXCEL. Alternativně je možno použít následující datové šablony pro určení charakteristik antén:
 - (1) Vyzařovací diagram antény a zisk – Obrázek 507-13 ukazuje šablonu pro vyzařovací diagram ve formě kruhového diagram. Úhel rotace (ve stupních) se bere jako nula v případě, že osa zkoušené platformy

(ve směru pohybu) souhlasí s osou přijímací antény. Úhel rotace se zvyšuje ve směru proti směru hodinových ručiček.

- (2) Určení rozsahu snížení rádiové komunikace – Obrázek 507-15 se může použít pro určení snížení úrovně vyzařované z antény pro libovolný úhel v porovnání s maximální vyzařovanou úrovní v dB. Použít tuto úroveň v dB na obrázku 507-14 pro vyjádření rozsahu snížení jako procento maximálního komunikačního rozsahu. Obrázek 507-13 poskytuje např. dynamický rozsah 20 dB, což odpovídá skutečnosti pro většinu zkoušených platforem. Pokud tuto hodnotu použijeme na obrázku 507-14, pak dynamický rozsah 20 dB bude mít za následek, že komunikační rozsah pro maximální zisk antény bude 30 %.
- b) Obrázek 507-14 je vytvořen na základě měření ztrát šířením pro civilní a vojenské rádiové spojení pro různou vzdálenost mezi dvěma body (point-to-point) ne na přímou viditelnost (line-of-sight). Výsledky jsou charakterizovány mediánem ztrát šířením pro spojení, které se mění se vzdáleností mezi dvěma stanicemi. Rozsah snížení závisí hlavně na typu terénu a platí pro plochou nebo hornatou krajinu. Obrázek 507-14 není vhodný pro linky, mezi nimiž je přímá viditelnost (jako je např. spojení mezi pozemní stanicí a stanicí umístěnou na vzdušném prostředku), kdy se intenzita signálu snižuje se čtvercem vzdálenosti.
- c) Obrázek 507-14 představuje konzervativní vyjádření snížení rozsahu. Bližší informace je možno získat v publikacích, které se zabývají šířením elektromagnetického pole.
- d) Požadovaný signál přicházející do přijímače se musí zvyšovat tak, aby nebyl rušen a zajišťoval uspokojivé spojení vyjádřené termínem "Zhoršení komunikace" na obrázku 507-14. Jedním ze způsobů, jak dosáhnout uspokojivého stavu, je snížení vzdálenosti a ztrát způsobených šířením. Některé zhoršení komunikace je nevyhnutelné, ale hodnota 70 % pro snížení o maximálně 6 dB je pro většinu systémů vyhovující. I když v některých případech může koncový uživatel požadovat minimální provozní rozsah. Národní schvalovací orgán musí v takovém případě posoudit, jestli je požadavek dosažitelný. (Řešením je např. použití jiného komunikačního prostředku).
- (1) Tabulka 507-4 poskytuje šablonu pro určení rozsahu (maximální – minimální úroveň) vyzařovaných úrovní v kruhovém digramu a směr, ve kterých se vyzařují maximální a minimální úrovně. Údaje jsou uvedeny pro každý kmitočet a uspořádání.
- (2) Určení obloukového úhlu pro maximální zisk antény – Jedním z důležitých parametrů provozu je celkový horizontální obloukový úhel. Vyjadřuje se jako procento úhlu 360° zkoušené platformy, kde zisk antény neklesne o více než 6 dB pod maximální úroveň. Např. Na obrázku 507-14 poklesne zisk o více než 6 dB pro horizontální obloukový úhel, který zajišťuje, že rádiová komunikace se může provozovat s maximálním ziskem antény v prostoru, který pokrývá

70 % směru nejvyššího zisku. (Zkušební plán může požadovat jiný úhel).

- (3) Tabulka 507-4 nabízí šablonu pro záznam celkového obloukového úhlu, ve kterém zisk antény neklesne niž než max. 6 dB pod maximální úroveň zisku antény.
- (4) Zisk HF antény – Tabulka 507-5 poskytuje šablonu pro záznam zisku HF antény.
- (5) Činitel citlivosti (M) - představuje statistický zápis, který umožňuje srovnání různých uspořádání antén platformy. Hodnota M se pohybuje v rozsahu 0 až 1 a určuje stupeň všesměrového vyzařování v provozním kmitočtovém pásmu, pro antény instalované na platformě. V případě, že $M = 1$, pak se jedná o dokonalý anténní systém, který vyzařuje ve všech směrech pro všechny provozní kmitočty. Pro většinu pozemních platform je dostatečná hodnota $\geq 0,8$. Čím vyšší hodnota M, tím větší je všesměrovost antény, průměrovaná přes všechny měřené kmitočty. Pro obrněná vozidla musí jeho velikost spadat do intervalu 0,70 až 0,95 a hodnota mediánu je kolem 0,87. Hodnota pod 0,8 znamená, že anténa pracuje pravděpodobně nesprávně, ale záleží na rozhodnutí konstrukční organizace.

14.5.2.10.1.1.1 Příklad určení činitele citlivosti M

- a) Obrázek 507-15 představuje skutečný kruhový diagram všesměrové antény, umístěné na platformě a pracující na kmitočtu 35 MHz. Celkový horizontální obloukový úhel, ve kterém není zisk nižší, než 6 dB maximálního zisku je vypočten v horním pravém rohu a jeho hodnota je 204° .
- b) Stejné měření a výpočet se opakoval v kmitočtovém pásmu 30 MHz až 75 MHz s krokem 5 MHz. V tomto příkladu obrázek 507-16 zahrnuje všechny příspěvky celkového obloukového úhlu mezi 30 MHz a 75 MHz. Oblast na obrázku 507-16 je měření středního kruhového charakteru kruhového diagramu v měřeném kmitočtovém pásmu.
- c) Hodnota celkového obloukového úhlu pro 30 MHz je 210° , zatímco pro 35 MHz je to 204° . Oblast na obrázku 507-16 mezi 30 MHz a 35 MHz se vypočte následovně:

$$(35 - 30) \times (210 + 204)/2 = 1\,035^\circ \text{ MHz.}$$

- d) Oblasti, ve kterých se všech osm zbývajících kmitočtových segment počítá samostatně, dává celkovou oblast grafu $12\,741^\circ \text{ MHz}$. Pokud měření pro každý kmitočet vykazuje celkový obloukový úhel 360° , pak se jedná o dokonalé všesměrové vyzařování a oblast bude mít hodnotu

$$(75 - 30) \times 360 = 16\,200^\circ \text{ MHz.}$$

Činitel citlivosti bude mít hodnotu $12\,741/16\,200 = 0,786$.

14.5.2.10.1.1.2 Zisk HF antén

a) Příprava pro měření zisku – Metoda měření zisku popsaná dále vyžaduje metodu, která určí ztráty způsobené šířením povrchové vlny. Metoda zde popsaná, vyžaduje programový prostředek GRWAVE, který je dostupný na webových stránkách Mezinárodní telekomunikační unie (International Telecommunications Union – ITU-R). Pomocí programu je možno provést výpočet intenzity povrchové vlny jako funkci kmitočtu, výšky antény a materiálových konstant v kmitočtovém rozsahu 10 kHz až 10 GHz. Pro výpočet v programu GRWAVE jsou nutné následující údaje:

- (1) Zkušební kmitočet (MHz).
- (2) Vzdálenost (km).
- (3) Výška středu vysílací a přijímací antény nad povrchem (m).
- (4) Polarizace (horizontální, vertikální).
- (5) Materiálové konstanty umístění antény jsou relativní permitivita (ϵ_r) a vodivost povrchu (σ) S/m. Materiálové konstanty se mohou měnit v závislosti na kmitočtu. Materiálové konstanty se mění s vlhkostí a obsahem soli v půdě. Tabulka 507-6 poskytuje základní hodnoty, použitelné pro běžné rovné povrchy zkušebního místa. Pokud je zkušební místo extrémně vlhké nebo suché, je třeba určit vhodné materiálové konstanty.

b) Následující zkouška ověří vhodnost zvolených materiálových konstant pro použité zkušební místo a potvrzení, že použitá intenzita pole je srovnatelná s naměřenými hodnotami. Měření intenzity pole vyžaduje vysílací HF anténu se známým ziskem a vhodnou měřicí anténu. Následující vztah (1) se může použít pro odvození teoretické hodnoty intenzity pole (E_0) (dBuV/m) pro izotropický zářič za použití známého zisku G_t HF vysílací antény a vysílaného výkonu P z anizotropického zářiče.

$$E_0 \text{ (dBuV/m)} = \text{GRWAVE (dBuV/m)} - 10\log_{10}(1\ 000/P) \quad (1)$$

kde

P = vyzařovaný výkon (W).

c) Teoretická úroveň intenzity pole z izotropického zářiče E_0 (dBuV/m) se také může použít v následujících vztazích (5) a (6).

14.5.2.10.1.1.3 Výpočet zisku HF antény

a) Obecně můžeme napsat pro každý zkušební kmitočet:

$$E_r \text{ (dBuV/m)} = P_t \text{ (dBW)} + G_t \text{ (dBi)} - \text{ztráty} \quad (2)$$

kde

E_r = intenzita pole v místě přijímací antény,

G_t = výkonový zisk vysílací HF antény,

P_t = vysílaný výkon $10 \log_{10}(P_f - P_r)$.

(1) Ztráty vyjadřují snížení intenzity pole mezi vysílací a přijímací anténou.

- (2) Za předpokladu použití vysílače s výkonem 20 W a izotropického zářiče se ziskem $G_t = 0$, se může teoretická úroveň intenzity pole E_0 vyjádřit následovně:

$$E_0 = 10 \log_{10}(20/1) + 0 - \text{ztráty} \quad (3)$$

- b) Naměřená intenzita elektromagnetického pole E_r se stejnými ztrátami se vyjádří jako:

$$E_r = M + A + C \quad (4)$$

kde

M = signál naměřený přijímačem (dB μ V),

A = nastavení útlumového členu,

C = anténní faktor kalibrované antény (dB).

- c) Porovnat teoretickou hodnotu intenzity pole s naměřenou:

$$M + A + C = P_t + G_t - \text{ztráty} \quad (5)$$

Protože ztráty ve vztahu (3) a (5) jsou stejné, musí platit

$$G_t = (M + A + C) - E_0 + 10 \log_{10}(20/(P_f - P_r)) \quad (6)$$

- d) Vypočíst zisk zkoušené HF antény při různých zkušebních kmitočtech při použití teoretické a naměřené hodnoty intenzity pole pomocí vztahu (6).

14.5.2.10.1.1.4 Výpočet zisku VHF/UHF antény

- a) Stejně jako v případě výše uvedeného vztahu (5):

$$M_t + A + C = 10 \log_{10}(P_1 - P_2) + G_t - \text{ztráty} \quad (7)$$

- (1) Nahrazení zisku standardního dipólu G_s (dBi) popsáno výše.

$$M_s + A + C = 10 \log_{10}(P_3 - P_4) + G_s - \text{ztráty} \quad (8)$$

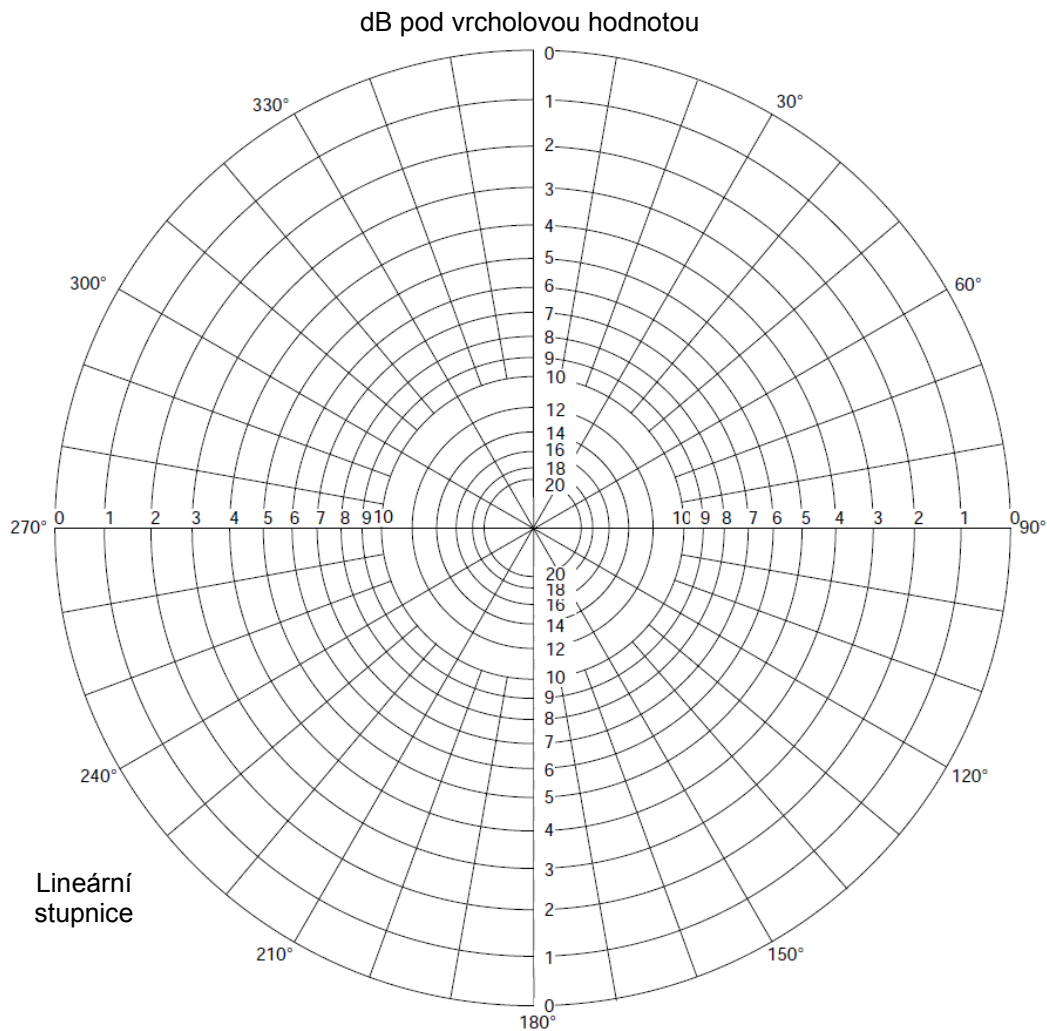
- b) Vztah (8) je možno přepsat následovně:

$$G_t - G_s = (M_t - M_s) + 10 \log_{10} \left(\frac{P_3 - P_4}{P_1 - P_2} \right) \quad (9)$$

- c) Vložením hodnot do vztahu (9) se vypočte zisk zkoušené antény vzhledem ke standardnímu dipólu.

Maximum	Minimum	Rozdíl

Anténa: _____



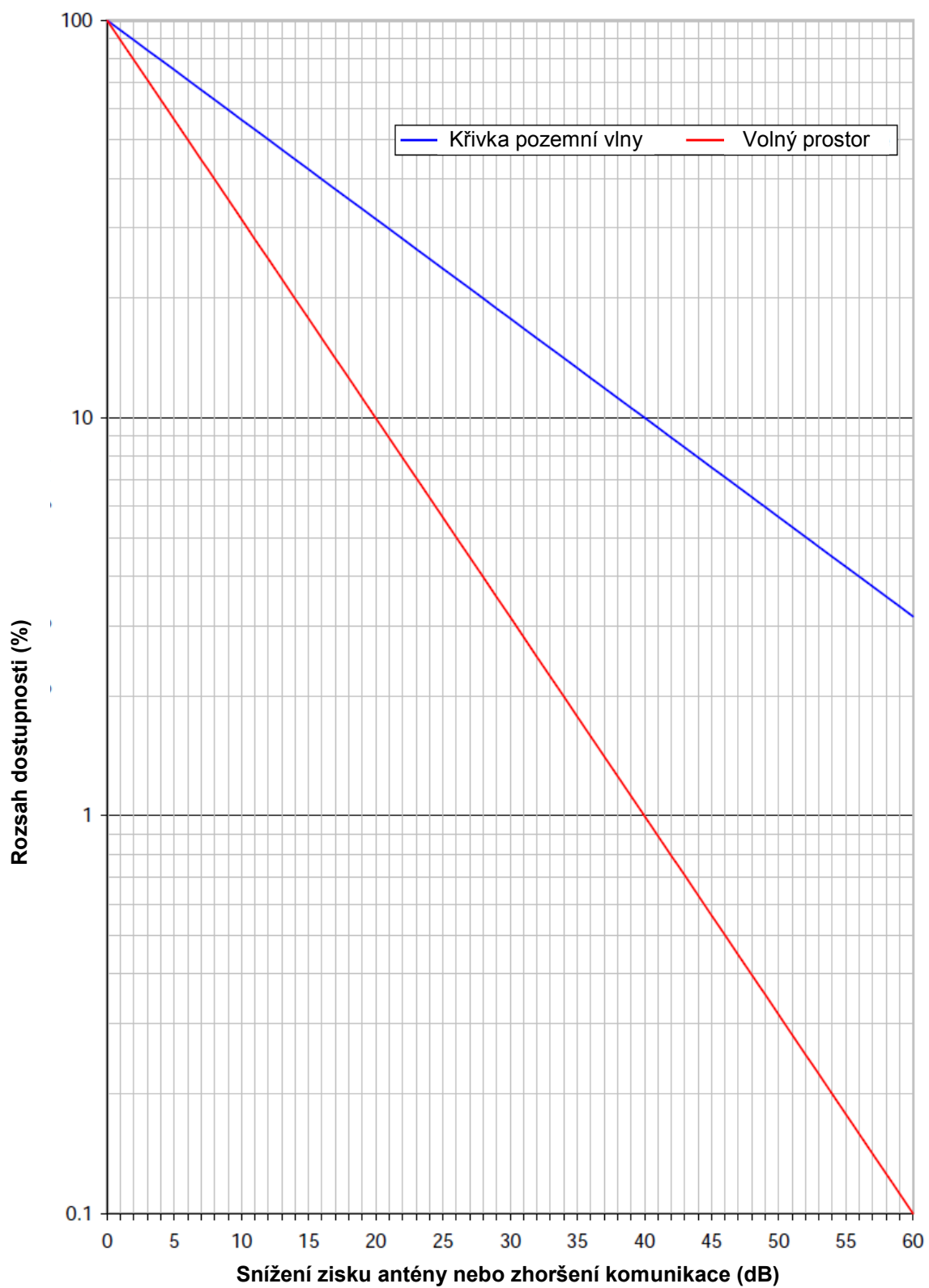
Kmitočet _____

Útlum _____

Obrázek číslo _____

Datum _____

OBRÁZEK 507-13 – Kruhový vyzařovací diagram antény



OBRÁZEK 507-14 – Vztah mezi dostupným komunikačním rozsahem a snížením zisku antény nebo zhoršením komunikace ve volném prostoru a při povrchové komunikaci

TABULKA 507-4 – Maximální rozdíly výkonového zisku antény a směr maximálního a minimálního zisku

Uspořádání	Kmitočet F1 (MHz)				
	Dynamický rozsah (dB)			Směr vyzařování Max/Min (°)	
	Max	Min	Rozdíl	Max	Min
C1					
C1					
C3					

TABULKA 507-5 – Výkonový zisk HF antény (dBi)

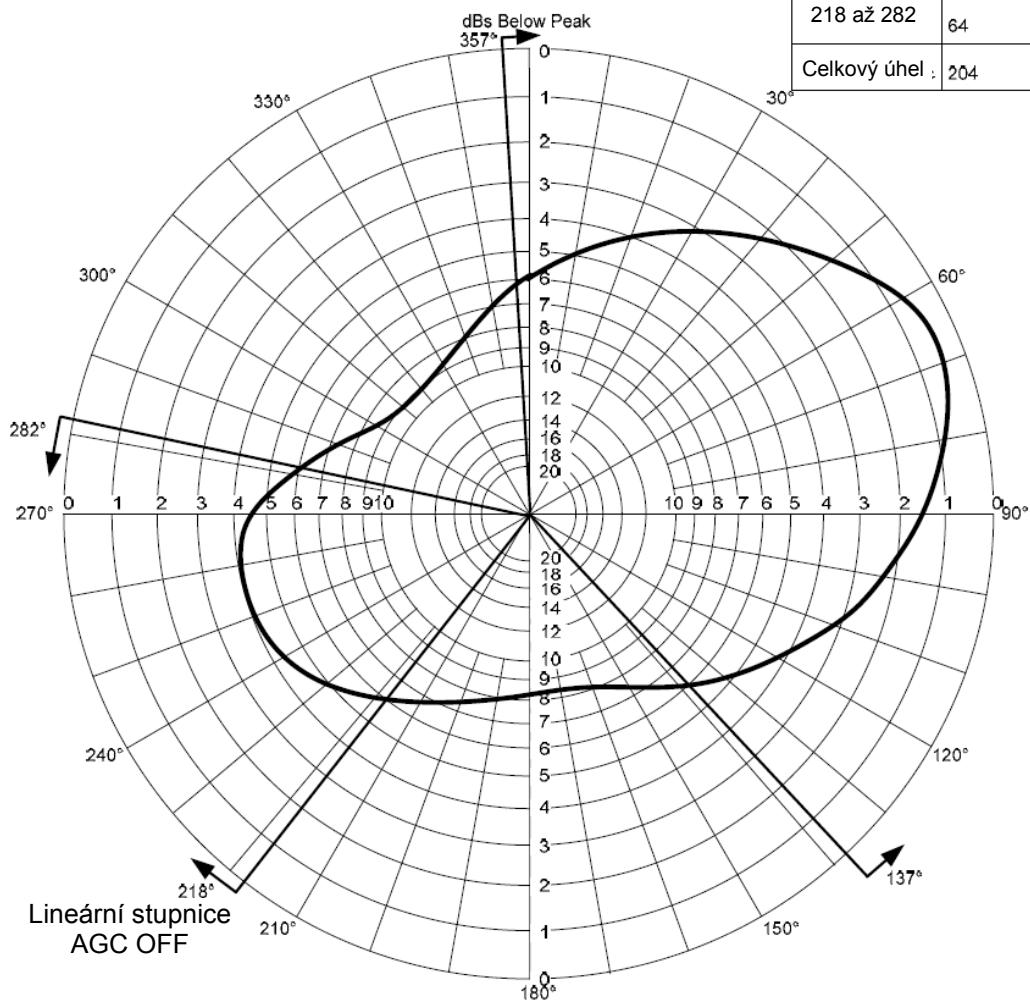
Uspořádání	Kmitočet (MHz)		
	F1	F2	F3
C1	A11	A12	A13
C2	A21	A22	A23
C3	A31	A32	A33

POZNÁMKA C = uspořádání vozidla, F = kmitočet (MHz), A = celkový obloukový úhel (°)

Max	Min	Rozdíl
-0.2	-9.2	9

Anténa: A, příklopy otevřeny,
 držák dole

Úhly laloku ($G \leq 6$ dB)	
357 až 137	140
218 až 282	64
Celkový úhel :	204



Kmitočet 35 MHz

Útlum 48 dB

Číslo obrázku: 1

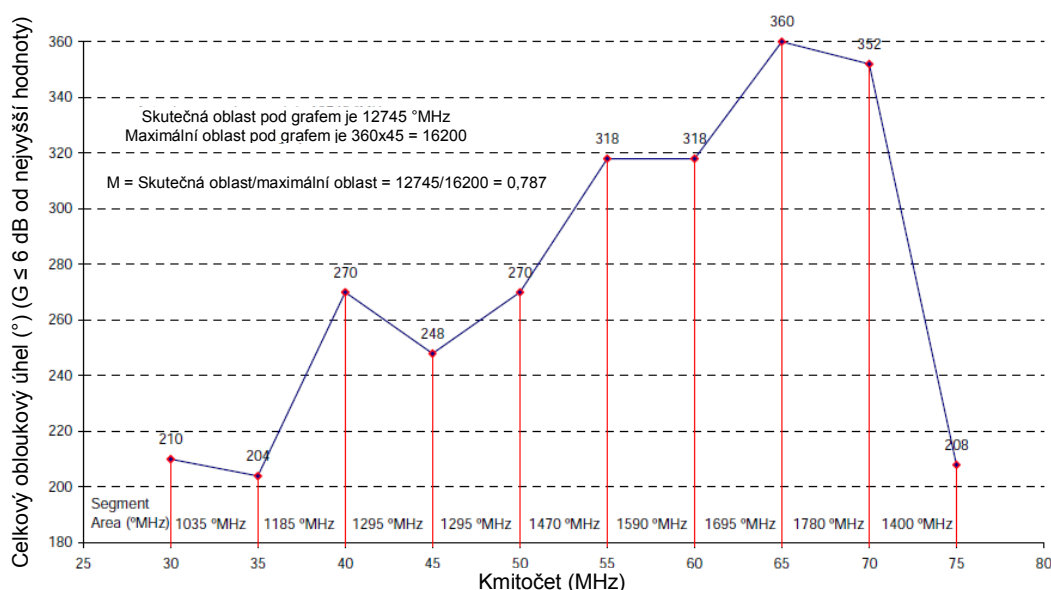
Datum: 6.12.2017

OBRÁZEK 507-15 – Celkový obloukový úhel, při kterém není zisk antény nižší než 6 dB maximální úrovně

TABULKA 507-6 – Běžné materiálové konstanty

Relativní permitivita ϵ_r	Vodivost σ (S/m)	Půda
15	0,01	Průměrná půda, vlhká
13	0,005	Průměrná půda
10	0,002	Průměrná půda, suchá

Graf celkového obloukového úhlu v závislosti na kmitočtu pro dané uspořádání antény



OBRÁZEK 507-16 – Celkový obloukový úhel, při kterém není zisk antény nižší než 6 dB maximální úrovně

14.5.2.11 Požadavek 11 – Zhoršení komunikace na stanovišti nebo při jízdě

- Použitelnost:** Požadavek je použitelný pro pozemní systémy, které mají nainstalovány radiové stanice, ať už hlasové nebo datové, pracující v kmitočtovém pásmu 1 MHz až 450 MHz, pokud to požaduje Národní schvalovací orgán. Metoda hodnocení je použitelná pro pozemní stacionární nebo pohyblivé systémy.
- Účel:** Vyhodnocení zhoršení rádiové komunikace a měření snížení dosahu instalovaných rádiových stanic vlivem elektromagnetického rušení z platformy na stanovišti nebo při pohybu. Elektromagnetické rušení způsobené platformou může mít původ v pohybu pásů, kol nebo brzdového systému, elektrických systémech platformy (např. zapalování, generátory, klimatizace, stěrače, přístroje atd.) nebo v dalším vybavení platformy (např. termovize, počítače, displeje, tiskárny atd.).

- c) Ztráty šířením závisí na vyzařovaném výkonu a zisku vysílacích a přijímacích antén. Maximální vzdálenost, při které je možno dosáhnout uspokojivé komunikace závisí na výšce antény, terénu a úrovni rádiového rušení v okolí přijímací antény, které se produkuje:
- (1) Platformou samou (např. pásy, kola, brzdy).
 - (2) Elektrickými systémy platformy (např. zapalování, generátory, klimatizace, stěrače, přístroje atd.).
 - (3) Dalším vybavením platformy (např. termovize, počítače, displeje, tiskárny atd.).
 - (4) RF vysílači umístěnými na platformě. Vyzařované elektromagnetické pole vytváří v kovových strukturách platformy elektrické proudy. Relativní pohyb mezi těmito částmi, který se vytváří například mechanickými vibracemi, způsobuje změny těchto proudů a tím se vytváří širokopásmové interference.
- d) **Zkušební postupy:** Pro ověření zhoršení komunikace a snížení dosahu se musí provést zkoušky při následujících podmínkách:
- (1) Referenční podmínky – platforma je bez pohybu na stanovišti a motor/generátor a všechna ostatní zařízení jsou vypnuta.
 - (2) Statické podmínky – zkouška se opakuje (platforma je bez pohybu na stanovišti) pro určení vlivu vyzařování signálu z vysílačů umístěných na platformě za běhu motoru/generátoru a při provozu veškerých elektrických zařízení a systémů instalovaných na vozidle/kontejneru.
 - (3) Mobilní podmínky – Zkouška se provádí při jízdě nebo pohybu platformy, pro určení funkce vysílačů platformy za pohybu, pokud je to možné.
- e) Útlum zdroje signálu základnové stanice se nastaví tak, aby se získal požadovaný signál vzhledem šumovým požadavkům zkoušeného přijímače. Útlum se musí zaznamenat. Snížení komunikační vzdálenosti způsobené různými kombinacemi platformy, při kterých se generují interference působící na konkrétní přijímač instalovaný na zkoušené platformě se vyjadřuje jako rozdíl mezi referenčními podmínkami 1), referenčním útlumem a útlumem požadovaným pro obnovení signálu vzhledem k šumovým požadavkům při statických podmínkách 2) nebo mobilních podmínek 3) v decibelech. Tento rozdíl v dB se může použít na obrázku 507-14 pro vyjádření zhoršení komunikace v procentech.
- f) Pokud se získá referenční útlum může se určit snížení komunikačního dosahu konkrétního přijímače vlivem jednotlivých zdrojů interference nebo jejich kombinací. Následují některé příklady:
- (1) Vliv vysílačů umístěných na platformě – Poloha rádiového vysílače, který se používá jako zdroje signálu pro určení zhoršení komunikačního dosahu musí souhlasit s čarou, která svírá se zkušební dráhou úhel 90° a protíná referenční bod. Poloha platformy v referenčním bodu je uvedena na obrázku 507-15. Signál vysílaný z vysílače umístěného na platformě slouží jako zdroj EMI. Útlum mezi

vysílačem signálu a jeho anténou se pak nastaví pro vytvoření signálu vzhledem k šumovým požadavkům výstupu zkoušeného přijímače a jeho velikost se musí zaznamenat. Rozdíl mezi nastavením a referenčním útlumem představuje zhoršení dosahu způsobeného vyzařovaným polem, produkovaným vysílačem umístěným na platformě jako zdrojem EMI.

- (2) Vliv motoru/generátoru platformy – Motor/generátor se spustí a běží při volnoběžných otáčkách (asi 1 000 ot/min). Přenastavit útlumový člen zdroje signálu tak, aby se produkoval signál, který vyhovuje šumovým požadavkům výstupu zkoušeného přijímače vozidla. Zaznamenat nastavení útlumového členu.
 - (3) Vliv motoru/generátoru a ostatních instalovaných zařízení platformy – Motor/generátor se spustí jak je uvedeno ve výše uvedeném kroku 2) a zapnout všechna zařízení umístěná na platformě jako zdroje EMI. Přenastavit útlumový člen zdroje signálu tak, aby se produkoval signál, který vyhovuje šumovým požadavkům výstupu zkoušeného přijímače vozidla. Zaznamenat nastavení útlumového členu.
 - (4) Vliv zařízení napájeného z vozidlových baterií – Motor/generátor je vypnutý a všechno ostatní zařízení platformy zapnout a napájet pouze z vozidlových baterií. Přenastavit útlumový člen zdroje signálu tak, aby se produkoval signál, který vyhovuje šumovým požadavkům výstupu zkoušeného přijímače vozidla. Zaznamenat nastavení útlumového členu.
 - (5) Vliv interference způsobený všemi zdroji – Motor/generátor spustit a zapnout všechna zařízení umístěná na platformě, zaklíčovat vysílače na platformě. Přenastavit útlumový člen zdroje signálu tak, aby se produkoval signál, který vyhovuje šumovým požadavkům výstupu zkoušeného přijímače vozidla. Zaznamenat nastavení útlumového členu.
 - (6) Vliv pohybu platformy – Umístit platformu na počátek zkušební dráhy se spuštěným motorem a zapnutými veškerými zařízeními umístěnými na platformě. Přenastavit útlumový člen zdroje signálu tak, aby se produkoval signál, který vyhovuje šumovým požadavkům výstupu zkoušeného přijímače vozidla. Platformu přesunovat k referenčnímu bodu. Ve vzdálenosti 100 m před referenčním bodem udržovat konstantní rychlost. Tuto konstantní rychlost udržet do vzdálenosti 100 m za referenčním bodem. Při průchodu referenčním bodem přenastavit útlumový člen zdroje signálu tak, aby se produkoval signál, který vyhovuje šumovým požadavkům výstupu zkoušeného přijímače vozidla. Zaznamenat nastavení útlumového členu.
- g) Všechny postupy se musí provozovat při stejné vzdálenosti antény signálového zdroje od platformy. Postupy se mohou opakovat s anténou zkoušeného přijímače v její normální poloze a/nebo v její pochodové poloze, podle použití, Postupy se musí opakovat pro antény všech přijímačů umístěných na platformě.
- h) Zkušební plán: Minimální požadavky zkušebního plánu jsou následující:

- (1) Požadavky na zkušební místo. Vyžaduje se popis zkušební dráhy, po které se bude platforma pohybovat. Zkušební dráha musí mít tvar kruhového oblouku, v jehož středu je umístěn zkoušený vysílač. (Rádiový vysílač produkuje signál, který se použije pro ověření dosahu komunikace) Toto umístění zajišťuje, že vzdálenost mezi vysílačem a přijímačem umístěným na platformě je stále stejná.
- (2) Příímá zkušební dráha se může použít v případě, že není možno použít dráhu kruhovou. Viz obrázek 507-15.
- (3) Délka zkušební dráhy, po které se platforma pohybuje, musí být taková, aby platforma dosáhla stabilní rychlosti ve vhodné vzdálenosti před referenčním bodem (viz obrázek 507-15) kde se provádí vyhodnocení komunikace při pohybu. Při sledování obrněných vozidel nesmí být vzdálenost kratší než 250 m od bodu, ve kterém se začíná hodnocení. Po projetí referenčního bodu se doporučuje stejná vzdálenost jako před referenčním bodem než dojde k brzdění.
- (4) Pokud se předpokládá pouze provoz na stanovišti, může jako zkušební místo sloužit stíněný prostor nebo hangár.
 - i) Zkušební řídicí rádiová komunikační linka: Musí se zajistit oddělená rádiová komunikační linka mezi řídicím zkoušky na platformě a obsluhou vysílače zdrojového signálu. Rádiová komunikace musí probíhat na kmitočtu, který neovlivňuje zkoušený přijímač. Nastavit nejnižší možnou výstupní úroveň pro zajištění, že přenos nebude ovlivňovat zkoušku při pohybu platformy. Pokud se například provádí zkouška přijímače, která pracuje v HF kmitočtovém pásmu, může se jako řídicí komunikační linka použít UHF vysílač/přijímač v kmitočtovém pásmu 420 MHz až 470 MHz.
 - j) Zkušební kmitočty: Zhoršení dosahu rádiové komunikace se musí provádět na rádiových kmitočtech uvedených ve zkušebním plánu.
 - k) Zvolené zkušební kmitočty musí být v okolí nejnižších, středních a nejvyšších pracovních kmitočtů. Další zkušební kmitočty se mohou zvolit podle úzkopásmových signálů, nalezených při měření emisí instalace. Např. hodinové kmitočty a harmonické signály elektronických zařízení nebo kmitočty vyzařované z platformy, které spadají do pásma přijímačů.
 - l) Použití zkušebních kmitočtů závisí na místních nebo národních používaných kmitočtech a nepoužívaných kanálech. Před použitím kmitočtu určeného pro hlasovou komunikaci se musí provést poslechová zkouška.
 - m) Pokud se používá ladicí jednotka antény, tak se musí před zkouškou naladit podle zkušebního kmitočtu.
 - n) Vysílač (rušivý) umístěný na platformě se musí vždy nastavit na maximální výstupní výkon. Směrovým měřičem výkonu, umístěným mezi výstupním konektorem vysílače a napáječem vysílací antény, se musí ověřit výkon přiváděný na anténu a odražený výkon. Obě hodnoty se musí zaznamenat. Na závěr každé zkoušky se musí vysílač vypnout.

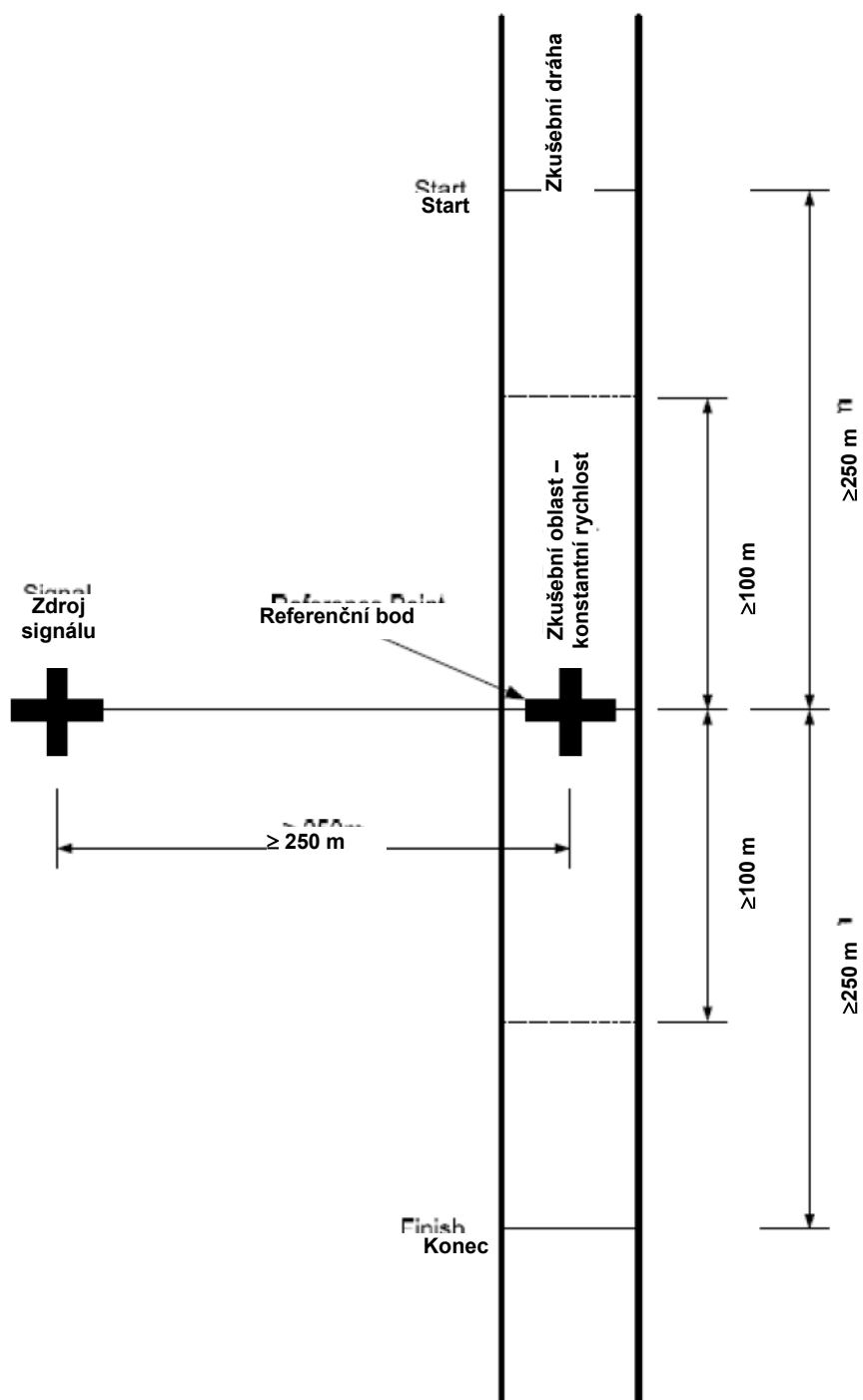
- o) Před prováděním zkoušek snižování komunikační vzdálenosti se musí provést následující zkoušky a splnit následující požadavky:
- 1) Požadavek 4 – Měření kostření a spojování.
 - 2) Požadavek 8 – Zkoušky elektromagnetické interference.
 - 3) Požadavek 10 – Vyzařovací diagram antény.
 - 4) Změřit a zaznamenat okolní elektromagnetické pozadí na zkušebním místě pro ověření, že se zde nevyskytují žádná elektromagnetická pole vytvářená lidskou činností ani silná RF pole, Musí se také změřit intenzita pole vytváření místními rádiovými vysílači, která má být nižší než 5 V/m.
 - 5) Veškerá zařízení včetně rádiových komunikačních prostředků umístěných na zkoušené platformě se musí nainstalovat ve shodě s instalačními předpisy a instrukcemi. Uvnitř platformy ani v jejím okolí se nesmí nacházet žádná zbytečná zařízení. Prostor pro uskladnění musí obsahovat všechny položky, které tam budou umístěny při provozu. Navíc se doporučuje, že běžně oddělitelné položky používané na stanovišti se musí rozvinout. Např. rampa, pokud se používá odpalovací zařízení s rampou nebo externí generátor, pokud se zkouší velitelská platforma.
 - 6) Ověření, že všechna instalovaná rádiová zařízení splňují odpovídající specifikace s ohledem na výstupní výkon vysílačů a citlivosti přijímačů.
 - 7) Vizuálně zkontrolovat instalaci rádiového systému pro ujištění, že všechny konektory jsou bezpečně připevněny a kabely nejsou poškozené.
 - 8) Měření a záznam VSWR mezi vysílačem a laděnou jednotkou antény. Ověřit, že VSWR odpovídá specifikovaným mezím zařízení a opakovat měření na všech kmityčtech, na kterých se bude provádět ověřování.
 - 9) Ověřit RF úroveň šumu na anténním konektoru zkoušeného rádia na kmityčtu, který je uveden ve zkušebním plánu ve stavu, kdy je zastavený motor/generátor a veškerá nainstalovaná zařízení jsou vypnutá. Úroveň šumu měřit a zaznamenat zkušebním přijímačem se zařazeným vrcholovým detektorem. Rozlišovací šířka pásma musí být srovnatelná se zkoušeným rádiem. Úroveň šumu musí být nejméně o dB nižší než specifikovaná citlivost rádia.
 - 10) Oddělovací vzdálenost mezi přijímačem a vysílačem – Vzdálenost mezi zdrojem signálu a referenčním bodem není kritická (pokud je signál lineární). Blíže ke zdroji signálu je zkušební dráha, větší bude změna vzdálenosti mezi zdrojem signálu a platformou při pohybu podél zkušební dráhy. Minimální doporučená vzdálenost mezi zdrojem signálu a zkušební dráhou je 250 m. Maximální vzdálenost je omezena pouze požadavkem přímé viditelnosti mezi zdrojem signálu a platformou a požadavkem, že mezi zdrojem signálu a platformou

nesmí být žádné nevodivé překážky, jako jsou např. stromy, významných rozměrů.

- 11) Umístění vysílače, který se používá jako zdroj signálu pro ověření zhoršení komunikační vzdálenosti, je na čáře, která je kolmá ke zkušební dráze a protíná ji v referenčním bodě.
 - 12) Vyzkoušet, že v obloukovém úhlu, který tvoří vzdálenost 150 m před a 150 m za referenčním bodem se výkonový zisk antény nemění o více než ± 1 dB.
 - 13) Zkušebním přijímačem ověřit, že signál přijímaný rádiovým vysílačem je lineární, zvláště v případě nízkých úrovní. Toto zajistí, že útlum vstupního signálu do vyzářovací antény bude snižovat výstup antény lineárně. Nejlepší způsob jako toho dosáhnout, je umístění rádiového vysílače do stíněné (Faradayovy) klece, kdy je mimo tuto klec pouze anténa a útlumový člen.
 - 14) Pokud není odezva přijímače lineární vzhledem k výstupnímu signálu vysílače, pak se musí vzdálenost mezi vysílačem a přijímačem zvyšovat tak, až se nelinearita odstraní.
- p) Postupy: Zkušební postupy jsou následující a mohou se použít jak pro hlasovou tak i datovou komunikaci:
- q) Navázat spojení mezi pevným vysílačem (zdroj signálu) a přijímačem umístěným na zkoušené platformě. Zkoušený rádiový systém musí pracovat se stejnou modulací a šifrováním jako v případě běžného použití.
- r) Mezi anténní konektor vysílače a jeho anténu vložit útlumový člen.
- s) Vysílač modulovat jedním ze zdrojů popsaných dále. Následující kroky 1) a 2) jsou vhodné pro hlasovou komunikaci, krok 3) je vhodný pro datový přenos.
- 1) Výstup ze zvukového záznamníku, který přehrává zaznamenanou řeč. Odstup signálu od šumu pro referenční útlum se určuje zkušeností naslouchajícího operátora na platformě, který hodnotí srozumitelnost stupněm „srozumitelné s obtížemi“ (srozumitelnost 3 nebo R3).
 - 2) Sinusový tón (např. 500 Hz) a měřič SINAD na výstupu přijímače. Odstup signálu od šumu pro referenční útlum se určuje připojením měřiče SINAD na audiovýstup přijímače umístěného na vozidle. Hodnota měřiče SINAD je zvolena tak, aby odpovídala minimálnímu požadavku na odstup signálu od šumu (např. 10 gB) a zdroj signálu se snižuje do té doby, než se dosáhne požadované úrovně odstupu.
 - 3) Datový sledovací generátor a chybový analyzátor (Bit Error Rate) na výstupu přijímače. Odstup signálu od šumu pro referenční útlum se určuje připojením chybového analyzátoru na výstup přijímače umístěného na platformě. Hodnota chybového generátoru se určuje jako minimální požadovaná hodnota odstupu signál-šum a zdroj signálu se snižuje, dokud není dosažen požadovaný odstup.

- t) Vysílač modulovat jedním z výše uvedených způsobů. Výše uvedené kroky 1) a 2) se používají pro hlasovou komunikaci a krok 3) se používá pro datovou komunikaci.
- u) Postupně zvyšovat útlum až do bodu, kdy se dosáhne požadovaný odstup signál-šum. Zaznamenat hodnotu útlumového členu. Tato hodnota se označí jako referenční útlum. Tento postup opakovat pro podmínky na stanovišti. Hodnota se označí jako stacionární úroveň útlumu, Postup se opakuje pro podmínky mobilní (pokud se používají) a označí se jako mobilní úroveň útlumu.
- v) Ověřovací postupy: Tabulka 507-7, zkouška 8 (tj. sloupec označený jako STATIC) se musí vytvořit pro každý soubor měření pro ověření stability referenčních podmínek, včetně spolehlivosti obsluhy. Rozdíly mezi nastaveními útlumového členu pro zkoušky 1 a 6 (stejně jmenovité podmínky) se nesmí lišit o více než 2 dB.
- w) Přijímaný signál pro tabulku 507-7, zkouška 8 se musí provést pro každý kmitočet, po každém souboru měření. Úroveň přijímaného signálu nesmí být vyšší než 6 dB než hodnota specifikovaná pro konkrétní zkoušený přijímač.
- x) Prezentace údajů: Musí se uvést následující údaje:
 - (1) Místo provedení zkoušky
 - (2) Náskres, který ukazuje zkušební dráhu, typ a podmínky povrchu, umístění antény zdroje signálu a strukturu prostoru trojúhelníku, který je tvořen zkušební dráhou do vzdálenosti 200 m na každou stranu od referenčního bodu a anténou zdroje signálu.
 - (3) Fotografie platformy, na které jsou jasně ukázány umístění HF, VHF, UHF atd. vysílacích a přijímacích antén na platformě.
 - (4) Datum zkoušky.
 - (5) Klimatické podmínky a stav zkušební dráhy s ohledem na elektrostatické jevy, déšť a bláto znemožňuje elektrostatické jevy.
 - (6) Elektromagnetické pozadí na zkušebním místě.
 - (7) Typ vozidla platformy.
 - (8) Registrační značka vozidla (SPZ).
 - (9) Skutečnou ustálenou rychlost zkoušeného vozidla. Doporučují se následující rychlosti: min. = 20 km/h a max. 30 km/h.
 - (10) Zařazený rychlostní stupeň.
 - (11) Směr natočení platformy při jednotlivých kmitočtech.
 - (12) Podmínky, za jakých se měření provádělo, např. zleva doprava v případě rovné zkušební dráhy nebo po směru hodinových ručiček v případě kruhové dráhy. V případě rozdílných výsledků měření pro jednotlivé kmitočty může být třeba změnit směr pohybu platformy nebo studium vyzářovacího diagramu antén pro jednotlivé kmitočty.

- (13) Typ použitého rádia včetně výrobního čísla (včetně všech pomocných zařízení, která tvoří systém vysílače/přijímače, např. základny antény, ladiče antény atd.).
 - (14) Podrobnosti o anténním systému tj. přizpůsobovací člen a rozměry antény.
 - (15) Kmitočty použité vysílači a přijímači na vozidle.
 - (16) Výstupní výkon a útlum napáječe antény vysílače, použitého jako zdroj signálu.
 - (17) Použité modulace a kritéria přijatelného příjmu.
 - (18) Výkon přiváděný do antény a odražený výkon vysílačů platformy.
 - (19) Grafické vyjádření emisí vyzařovaných platformou v rádiovém pásmu.
 - (20) Stav systémů na platformě po každé zkoušce, tj. zda je motor vozidla, elektrický systém, ostatní instalované vybavení nebo vysílače platformy funkční a zda je platforma ve statickém nebo mobilním režimu.
 - (21) Blokový diagram zdroje signálu a umístění rádiových systému na platformě.
 - (22) Rozmístění záměrně pohyblivých částí platformy např. otevřené nebo zavřené průzory, poloha zbraní.
 - (23) Rozmístění výnosného zařízení, které má vodivý kontakt kovovými částmi platformy, např. odkládací koše, tažná lana.
- y) Tabulka 507-7 slouží jako šablona pro záznam údajů ve výše uvedených krocích 4) až 15),



OBRÁZEK 507-17 – Preferované uspořádání zkušební dráhy

**TABULKA 507-7 – Nastavení proměnného útlumového členu vysílače
použitého jako zdroj signálu**

ZKOUŠKY SNÍŽENÍ DOSAHU RÁDIOVÉ KOMUNIKACE

MÍSTO ZKOUŠKY.....
 DATUM ZKOUŠKY.....
 KLIMATICKÉ PODMÍNKY.....
 EL. POZADÍ NA MÍSTĚ ZKOUŠKY.....
 POVRCH ZKUŠEBNÍ DRÁHY.....
 TYP VOZIDLA.....
 REGISTRAČNÍ ČÍSLO VOZIDLA (SPZ).....
 RYCHLOST VOZIDLA.....
 ZAŘAZENÝ RYCHLOSTNÍ STUPEŇ.....
 ZPŮSOB ŘÍZENÍ.....
 PŘIJÍMAČ NA VOZIDLE.....
 ANTÉNNÍ SYSTÉM (Rx).....
 VYSÍLAČ NA VOZIDLE.....
 ANTÉNNÍ SYSTÉM (Tx).....
 DALŠÍ INFORMACE.....

PODMÍNKY	STATICKÉ					MOBILNÍ		STAT.	ZDROJ SIGNÁLU		
	V	V	Z	Z	Z	Z	Z		V	VÝST. VÝKON	
MOTOR	V	V	Z	Z	Z	Z	Z	V	VÝST. VÝKON		
ELEKTRICKÉ VYBAVENÍ	V	V	V	Z	Z	Z	Z	V	PEVNÝ ÚTLUM		
VYSÍLAČ VOZIDLA	V	Z	V	V	Z	V	Z	V	VYSÍLAČ VOZIDLA		
ČÍSLO ZKOUŠKY	1	2	3	4	5	6	7	8	FREQ (MHz)	FWD PWR	REV PWR
KMITOČET A (MHz)											
KMITOČET B (MHz)											
KMITOČET C (MHz)											

LEGENDA V – vypnuto, Z – zapnuto, FWD PWR – výkon přiváděný do antény, REV PWR – odražený výkon, FREQ – kmitočet

14.5.2.12 Požadavek 12 – Regulace emisí nebo EMCON

- a) **Použitelnost:** Požadavek je použitelný pro taktické pozemní systémy a platformy, pokud to požaduje Národní schvalovací orgán.
- b) **Účel:** EMCON všeobecně poskytuje ochranu proti detekci nepřátelskými silami, které mohou monitorovat elektromagnetické spektrum pro zjištění emisí, které prozrazují přítomnost a provoz vojenské techniky. Tyto nezamýšlené emise mají původ v rušivých signálech, jako jsou místní oscilátory, vyzařovanými anténami nebo v elektromagnetickém rušení kabeláže platformy způsobené např. mikroprocesory. Požaduje se, aby pozemní systémy splňovaly požadavky EMCON pouze v případě, že se předpokládá použití EMCON postupů.
- c) **Zkušební meze:** Nezamýšlené elektromagnetické vyzařované emise nesmí překročit hodnotu -110 dBm/m^2 na vzdálenost jedné námořní míle (-105 dBm/m^2 na vzdálenost 1 km) v libovolném směru od systému v kmitočtovém rozsahu 500 kHz až 40 GHz, při použití rozlišovací šířky pásma uvedené v tabulce 507-8. Shoda se musí ověřit měřením a kontrolou.

TABULKA 507-8 – Šířky pásma EMCON

Kmitočtový rozsah (MHz)	Rozlišovací šířka pásma 6 dB (kHz)
0,5 – 1,0	1
1 – 30	10
30 – 1 000	30
1 000 – 40 000	100

POZNÁMKY

- 1 Videofiltr se nesmí použít pro omezení šířky pásma odezvy přijímače.
- 2 Může se použít větší hodnota rozlišovací šířky pásma, ale žádné korekční faktory nejsou povoleny.

14.5.2.13 Požadavek 13 – Elektromagnetický impulz

- a) **Použitelnost:** Požadavky jsou použitelné pro pozemní systémy, které jsou důležité z hlediska bezpečnosti, splnění bojového úkolu nebo času a požadují se Národním schvalovacím orgánem.
- b) **Účel:** Požadavky zajišťují, že platforma bude splňovat své provozní požadavky poté, co byla vystavena specifickému prostředí EMP. Existuje několik metod pro demonstraci splnění požadavku.
- (1) Ověření stínící účinnosti.
 - (2) Metoda injektáže impulzního proudu.
 - (3) Metoda injektáže průběžné (CW) vlny.
 - (4) Metoda vystavení úplné hrozbě.

- c) V tomto dokumentu se podrobně popisuje pouze výše uvedená metoda 4). Volba metody demonstrace splnění požadavku závisí na národním schvalovacím orgánu.
- d) **Zkušební průběh:** Pozemní systém může být vystaven následujícím průběhům:
 - (1) Úplná hrozba, neutajovaný EMP průběh s vysokou amplitudou průběhu (exo) a amplituda uvedená v AECTP-256 [19] a kategorii 501, zkušební metoda NRS03-1.
 - (2) Pokud to požaduje Národní schvalovací orgán, musí se použít utajované průběhy HEMP a SREMP uvedené v dokumentu STANAG 4145 [27].
 - (3) Musí se použít kladná i záporná amplituda průběhů EMP.
- e) Pokud není pozemní systém předmětem metody vystavení úplné hrozbě, pak se musí údaje extrapolovat tak, aby se dosáhlo úplné hrozby.
- f) **Zkušební plán:** Musí se připravit zkušební plán, Zkušební plán musí před provedením zkoušky schválit národní schvalovací orgán. Zkušební plán musí obsahovat minimálně následující údaje:
 - (1) Popis zkušebního průběhu.
 - (2) Požadavek na použití horizontální a vertikální polarizace ozáření.
 - (3) Orientaci(e) platformy vůči zkušebnímu prostoru simulátoru.
 - (4) Analýzu rizik a bezpečnostní opatření pro obsluhu.
 - (5) Označení nebezpečných obvodů, zařízení a kabelů.
 - (6) Předběžné hodnocení obvodů a zařízení s vysokou pravděpodobností poškození nebo narušení funkce.
 - (7) Provozní stav platformy. Například:
 - (a) Motor v klidu, elektrický systém vypnutý.
 - (b) Motor běží, ovladače systému zapnuté, požární systém v pohotovostním stavu atd.
 - (c) Vybavení v provozním stavu.
 - (d) Funkční provoz, základní zkoušky podle požadavku 2.
- g) Umístění snímačů pro měření úrovně intenzity elektromagnetického pole způsobené vnějšími i vnitřními zdroji.
- h) Umístění snímačů pro měření úrovně intenzity pole v blízkosti důležitých obvodů, zařízení a kabelů.
- i) Metoda ověřování susceptibility.
- j) Kritéria vyhodnocování susceptibility. Kritéria mohou obsahovat stav zhoršení, dobu resetu, bezpečnostní nebo funkční rezervy, tolerance indukovaných proudů, napětí nebo přechodových funkcí, nevratné chyby nebo poškození.
- k) Stupeň utajení získaných údajů.

- l) Popis následného zpracování údajů, analýzy a extrapoláční metody získaných údajů.
- m) Chybová kritéria musí definovat národní schvalovací orgán. EMP požadavky se musí například stanovit jako doba, po které se musí platforma uvést do funkčního stavu. Např. okamžitě po skončení ozařování nebo 15 min po skončení ozařování.
- n) **Zkušební zařízení:** Musí se použít následující přístroje:
 - (1) Generátor přechodových impulzů, výstup jednotlivých impulzů, kladná a záporná polarita.
 - (2) Buňka příčného elektromagnetického pole nebo paralelní páskové přenosové vedení.
 - (3) Snímače (elektromagnetického pole, proudové hustoty, proudu) a pokud je to nutné i integrační jednotky.
 - (4) Širokopásmový číslicový osciloskop.
 - (5) Více kanálové záznamové zařízení
 - (6) Optické linky.
- o) **Zkušební postup:** Návod pro zkoušku a vyhodnocení je možno získat v kategorii 501, zkušební metoda NRS03, kategorii 505 a AEP-18 [28]. Metoda úplného vystavení hrozbě je následující:
 - (1) Provést měření elektrického a magnetického pole ve zkušebním prostoru EMP simulátoru. Identifikovat prostor, který zajišťuje homogenní rozložení pole.
 - (2) Orientovat/uspořádat zkoušený systém podle požadavku zkušebního plánu ve zkušebním prostoru EMP simulátoru.
 - (3) Opakovat měření elektrického a magnetického pole. Porovnat výsledky měření s měřením provedeným v předchozím kroku 1). Změna amplitudy a tvaru impulzu EMP musí být menší než $\pm 10\%$.
 - (4) Základní funkční zkoušku podle „Požadavku 2“ provést před, po a v průběhu každé zkoušky.
 - (5) Uspořádání a provoz musí souhlasit se zkušebním plánem.
 - (6) Vystavit zkoušený systém po sobě následujícím EMP přechodovým jevům kladné polarity, jejichž amplituda se postupně zvyšuje s krokem 5 kV/m dokud se nedosáhne úrovně požadované úplné hrozby. Zaznamenat provoz systému podle kritérií uvedených ve zkušebním plánu.
 - (7) Opakovat předchozí krok 6) pro zápornou orientaci přechodových impulzů
 - (8) Opakovat předchozí kroky 4) až 7) pro všechny provozní režimy, funkce, orientace systému a polarizace, jak je uvedeno ve zkušebním plánu.

- p) **Protokol ze zkoušky:** Musí obsahovat následující údaje:
- (1) Dopady na funkci vzhledem k úspěšnému provedení bojového úkolu a provoz po ozáření EMP.
 - (2) Specifikovat akce a doby, které byly nutné pro obnovení provozuschopnosti systému.
 - (3) Shodu s požadavky kategorie 504, článek 11.5.1.
 - (4) Intenzity pole a úrovně proudů měřené v bodech ve chráněných prostorách.
 - (5) Vazby do kabelů zařízení se zvláštními ochrannými prvky.
 - (6) Popis poškození nebo zhoršení funkcí.
 - (7) Prahové hodnoty susceptibility.
 - (8) Identifikace stínění nebo bodů vzniku poškození, nesprávného provedení nebo sestavení.
 - (9) Pozorování nebo provedení systému, podsystemu nebo zařízení z hlediska důležitosti na bezpečnost, provedení bojového úkolu nebo času.
 - (10) Popis následné analýzy údajů a výpočetních metod.

14.5.2.14 Požadavek 14 – Zkoušky účinnosti stínění

- a) **Použitelnost:** Tento požadavek je použitelný pro pozemní systémy, které jsou tvořeny kovovými stěnami s nejmenšími rozměry ≥ 5 m a pokud ho požaduje národní schvalovací orgán. Tento požadavek není použitelný, pokud ho nepožaduje Národní schvalovací orgán. Typicky se jedná o dveře, plošiny a průzory vojenských pozemních platforem, které jsou opatřeny pouze ochranou proti vlivům počasí a nepoužívají elektromagnetické elastomery. Dále je typický provoz pozemních platforem s otevřenými průzory a plošinami, zvláště na suchých a teplých stanovištích. Zkoušky stínění účinnosti jsou nutné pro zajištění odpovídající ochrany komerčních a vojenských zařízení a podsystemů umístěných samostatně.
- b) **Účel:** Tento požadavek zajišťuje, že platforma bude sloužit jako odpovídající elektromagnetická bariéra tím, že zajistí specifickou úroveň RF stínění.
- c) **Zkušební kmitočty a meze:** Pokud není specifikováno jinak, jsou minimální uspokojivé hodnoty elektromagnetického stínění poskytované platformou 60 dB při následujících kmitočtech:
- (1) 200 kHz, magnetické pole.
 - (2) (10 kHz pouze pro kontejnery) 20 MHz, 1 GHz a 10 GHz, elektrické pole.
- d) **Zkušební plán:** Musí se vytvořit před zkouškou a musí být schválen národní schvalovací organizací. Zkušební plán musí obsahovat minimálně následující údaje:

- (1) Zkušební kmitočty.
 - (2) Mezní hodnoty.
 - (3) Popis zkušebního místa.
- e) **Zkušební postup:** Kategorie 510/1 poskytuje doporučený zkušební postup. Stínicí účinnost se ověřuje v místech, ve kterých může dojít k průniku EM pole. Jedná se například o průzory, dveře, plošiny, panely a větrací otvory. Je třeba dobře zvážit ověřování stínicí účinnosti motorového prostoru.

ČOS 051627
5. vydání
Změna 1
Kategorie 507

(VOLNÁ STRANA)

PŘÍLOHY

Příloha A

ANECHOICKÁ NEBO SEMIANECHOICKÁ STÍNĚNÁ KOMORA

Anechoická nebo semianechoická komora se používá přednostně pro měření elektromagnetických emisí a susceptibility pro rozměrné systémy nebo přepravovatelné instalace. Existují praktická omezení, která jsou závislá na rozměrech platform a rozměrech stíněné komoty. Dále je třeba vědět, že přesnost měření vyzařovaných emisí je velmi malá pro kmitočty nižší než 30 MHz, protože používaný absorpční materiál nezajišťuje dostatečnou simulaci volného prostoru.

A.1 Stíněná komora bez obložení

Stíněná komora bez obložení neobsahuje žádný absorpční materiál. Použití takové komory pro měření EMI podle postupů uvedených v [4] může mít za následek vyvolání 2,5 rezonancí a odrazů od stěn, které přispívají ke zvýšení nejistoty měření a zhoršení opakovatelnosti měření mezi různými zkušebnami. Pro platformy nebo rozměrné systémy se může rozlehlé stíněné místo bez absorpčního materiálu považovat za otevřené měřicí místo a může poskytnout oblast bez elektromagnetického pozadí a místo, ve kterém se může produkovat RF pole, které není ovlivněno okolními zdroji. Použití stíněné komory bez obložení při měření pozemních platform se uvažuje pouze v případě, že není k dispozici otevřené měřicí místo ani anechoická nebo semianechoická komora. V případě sporných výsledků vyzařovaných emisí nebo susceptibility na vyzařované emise získaných měření v komoře bez obložení, je třeba opakovat měření na otevřeném měřicím místě (OATS) na kmitočtech, kde byly sporné výsledky zaznamenány. Toto opatření zajišťuje, že v případě sporných výsledků (vyhovuje nebo nevyhovuje) nedošlo k jejich ovlivnění rezonancemi nebo odrazy od stěn. Rozhodovací kritéria vyhovuje/nevyhovuje se musí jasně definovat ve zkušebním plánu spolu s jejich důležitostmi a provozními režimy zařízení.

A.2 Otevřené měřicí místo

Otevřené měřicí místo (OATS) se používá v případě, kdy není k dispozici dostatečně velké stíněné místo vzhledem k rozměrům platformy, nebo v případě, kdy se požaduje rádiový přenos. Otevřené měřicí místo (nemusí se jednat o OATS požadované Směrnicí Evropské Unie) je rovná plocha, která nesmí obsahovat žádné vedení a blízké reflexní struktury a která je dostatečně velká pro umístění antén na požadovanou vzdálenost a poskytuje dostatečné oddělení antén, platformy a reflexních struktur. Doporučuje se, aby otevřené místo mělo eliptický tvar, kdy se zkušební anténa a zkoušená platforma umístí do jejích ohnisek. Hlavní osa pak musí být dvojnásobně dlouhá než je měřicí vzdálenost a vedlejší osa pak musí mít velikost měřicí vzdálenosti krát odmocnina 3. Vyžaduje se, aby elektromagnetické pozadí na otevřeném místě nepřekračovalo požadované meze a v případě měření vyzařovaných emisí nebo rádiových parametrů bylo dostatečně nižší než požadované meze. Pokud se pro měření EME používá otevřené místo, musí se zajistit potřebná povolení pro provoz vysílačů, bezpečnostní pravidla proti úrazu způsobeného nebezpečným elektromagnetickým vyzařováním a přístroje odolné proti generovaným RF polím.

A.3 Odrazová (reverberační) komora

Jako alternativní zařízení pro měření susceptibility na vyzařované emise je odrazová komora, definovaná v kategorii 501, alternativní metoda NRS02. V NRS02 je možno najít podrobný popis odrazové komory a její použití. Je třeba si uvědomit, že odrazová komora není vhodná pro simulaci nízkých kmitočtů (typicky nižších než 80 MHz), kdy se projevuje celá řada efektů vlivem vazeb mezi kabely.

A.4 Úrovně okolního elektromagnetického rušení

V případě provozních zkoušek na OATS se zkoušený systém napájí jako obvykle. Pokud je k provozu nutné pomocné zařízení, které je umístěné na platformě a které produkuje elektromagnetické emise, musí se zastínit a vstupní a výstupní spoje se musí filtrovat tak, aby rušivé úrovně emisí byly nejméně 6 dB pod požadovanými mezními hodnotami.

Úrovně rozhlasových a TV vysílačů není možno snížit bez použití stíněné komory a při zkouškách vyzařovaných emisí je s nimi třeba počítat. Tyto signály se musí zaznamenat a ty, jejichž amplitudy přesahují hodnotu 6 dB pod požadovanými mezními hodnotami, se sice uvedou ve zkušebním protokole, ale neprovádí se zde vyhodnocení shody. Úrovně rozhlasových a TV signálů se často v průběhu dne mění a v některých případech je možno zvolit dobu, kdy jsou úrovně nejmenší.

Celá řada automatických přijímačů, radičů a zapisovačů vyzařuje elektromagnetické emise, a pokud se používají pro měření ve stíněné komoře, musí se umístit mimo komoru tak, aby nedocházelo k ovlivňování zkoušek. Při měření na místě instalace neexistuje žádný způsob ochrany.

15 KATEGORIE 508 – ZKOUŠKY VÝZBROJE/MUNICE A POSTUPY OVĚŘOVÁNÍ

15.1 Související dokumenty

15.1.1 Normativní

- [1] AECTP-253 ELECTROSTATIC CHARGING, DISCHARGE AND PRECIPITATION STATIC
Elektrostatický náboj. Výboj a poruchy způsobené atmosférickými srážkami (P-Static).
- [2] AECTP-254 ATMOSPHERIC ELECTRICITY AND LIGHTING ENVIRONMENT
Atmosférická elektřina a blesk.
- [3] AECTP-256 NUCLEAR ELECTROMAGNETIC PULSE ENVIRONMENT
Jaderný elektromagnetický impulz (NEMP/EMP).
- [4] AECTP-258 RADIO FREQUENCY ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTS
Vysokofrekvenční elektromagnetické prostředí (EME).
- [5] AOP-38 SPECIALIST GLOSSARY OF TERMS AND DEFINITION ON AMMUNITION SAFETY
Specializovaný slovník termínů a definic pro oblast bezpečnosti munice

15.2 Definice

Následující definice jsou určeny speciálně pro tuto kategorii a nejsou uvedeny v kategorii 500.

bezpečné oddělení (safe separation (AOP-38))

místo nebo oblast, ve kterých je uspokojivé riziko pro osoby nebo materiál, s ohledem na zamýšlenou nebo nezamýšlenou funkci zbraně nebo munice a předpokládanou ochranu; bezpečné oddělení se může dosáhnout dostatečnou vzdáleností od bodu výbuchu, stíněním nebo úkrytem

EID odpalovací systém (EID firing system)

kompletní systém, který obsahuje elektricky rozněcovatelné zařízení, zdroje, a všechny příslušné elektrické a elektronické součástky a obvody, nutné pro normální odpálení elektricky rozněcovatelného zařízení; v některých systémech mohou být tyto obvody uvnitř odpalovacího zařízení nebo platformy jakákoliv součástka zbraně nebo podsystem inicializovaný elektrickým způsobem a poskytující explozivní, pyrotechnický nebo mechanický účinek za účelem explozivní, pyrotechnické nebo elektreotermální akce

elektricky typický materiál (electrically representative material (AOP-38))

materiál se označuje jako „y elektricky typický materiál“ (ERM) v prostředí NEMP, jestliže reálná část (R) a imaginární část (X) jeho RF impedance ($R + jX$) v kmitočtovém pásmu 1 kHz až 100 MHz je stejná jako impedance původního materiálu, který se simuluje

inertní elektricky rozněcovatelný prostředek (inert electrically-initiated device (AOP-38))

elektricky rozněcovatelný prostředek s odstraněným explozivním materiálem; explozivní materiál může být nahrazen ERM, ale musí obsahovat nízkoodporový můstek, fólii atd., které slouží pro inicializaci; přístroj je navržen tak, že se nesmí změnit RF impedance EID (jak v režimu kontakt-kontakt, tak i v režimu kontakt-kryt) jakákoliv součástka zbraně nebo podsystém inicializovaný elektrickým způsobem a poskytující explozivní, pyrotechnický nebo mechanický účinek za účelem explozivní, pyrotechnické nebo elektreotermální akce

kvalifikační úroveň zařízení (equipment qualification level)

skutečná úroveň přechodového jevu, při které bylo zařízení zkoušeno a hodnoceno; EQL musí být vždy menší než TCL + schválená rezerva

kvazi koaxiální (quasi-co-axial)

takové uspořádání zpětného vodiče, kdy je interakce zpětného proudu se zkušebním obloukem nebo tokem proudu ve zkušebním objektu minimalizována

měřená úroveň přechodového jevu (measured transient level)

amplituda skutečné odezvy měřená při impulzní zkoušce

minimální inicializační energie (minimum ignition energy)

minimální elektrická energie jiskry, která je schopná roznítit konkrétní směs uhlovodíkových par a vzduchu

minimální sledovatelný stimul (minimum detectable stimulus (MDS))

nejnižší úroveň, kterou je schopen vybavený EID systém měřit; MDS se může vyjádřit v ampérech, wattech nebo joulech, v závislosti na kalibraci použitého systému

násobné rázy (multiple burst)

náhodně umístěná skupina krátkých proudových impulzů s nízkou amplitudou, které jsou charakteristické rychlými změnami proudu v čase (tj. vysokou hodnotou di/dt); tyto impulzy mohou vznikat z prvotního výboje blesku postupně nebo větvením; impulzy se objevují nejvíce v čase připojování prvotního výboje blesku

nepřímé vlivy (indirect effects)

vlivy, způsobené vazbami s magnetickým nebo elektrickým polem atmosférického výboje; takové efekty mohou vznikat jako důsledek buď přímého, nebo vzdáleného úderu; příkladem může být přechodové napětí, indukované ve vodičích

počátek oblouku (arc root)

bod, kterým se oblouk připojuje k materiálu

proudová injektáž do kabelového svazku (bulk current injection (BCI))

zkušební metoda, při které je proud injektován do kabelu nebo kabelového svazku pro vyhodnocení odolnosti systému nebo součástky

řídící úroveň přechodového jevu (transient control level [TCL])

nejhorší případ skutečné amplitudy, která se může vyskytnout v instalovaném

zařízení při maximální možné úrovni blesku; jedná se o amplitudu získanou z nejhoršího případu pro všechny konfigurace a připojovací body získaného buď modelováním nebo impulzními zkouškami, kdy rozdíl mezi všemi odpovídajícími úrovněmi CTL a TTL je < 6 dB nebo pokud se modelování neprovádí z TTL, která se musí upravit z hlediska nelinearity

teplotní časová konstanta EID (EID thermal time constant (AOP-38))

doba, za kterou dosáhne nízkoodporový můstek, film nebo vodivá směs 63 % požadované teploty, po skokovém připojení zdroje k vodičům elektricky rozněcovatelného zařízení; v některých zemích se hodnota definuje jako poměr mezi prahovou energií, která nezpůsobí odpálení a měří se za použití velmi úzkých impulzů a prahové energie, která nezpůsobí odpálení při použití širokých impulzů

valící se koule (rolling sphere)

metoda určení bodu připojení blesku valením imaginární koule předem daného průměru po objektu, kdy se připojení může vyskytnout ve všech bodech, ve kterých se koule dotýká objektu

vliv fáze prvotního výboje (leader phase effects)

vliv, který je důsledkem spojení prvotního výboje blesku s materiálem

vybavené elektricky rozněcovatelné zařízení (instrumented electrically-initiated device (AOP-38))

inertní EID, které má snímače umístěné v kontaktu nebo v bezprostřední blízkosti nízkoodporového můstku nebo ERM pro měření teplotní energie nebo indukovaného výkonu; toto vybavení je navrženo tak, že nemění RF impedanci EID (jak v režimu kontakt-kontakt, tak i v režimu kontakt-kryt)

vypočtená přechodová hodnota (computed transient level [CTL])

amplituda přechodového jevu modelovaná při plné úrovni ohrožení

vzdálený úder (distant flash (far field) (AOP38))

vzdálený úder je bleskový výboj, který se vyskytne v takové vzdálenosti, že vyvolá pouze vazbu způsobenou elektromagnetickým vyzařováním

zpětné rázy (restrikes)

posloupnost zpětných rázů, které se vyskytují po prvním zpětném rázu v několikanásobném blesku, se někdy označují jako zpětné rázy (restrikes); zpětný ráz způsobí opětovné připojení

zkušební úroveň přechodového jevu (test transient level [TTL])

úroveň proudu zařízení, která byla naměřena při injektážních zkouškách platformy a u které je nutno změnit měřítko pro vyvolání plného nebezpečí

zóny přitahování blesku (lightning attachments zones)

i když je akce bleskového kanálu prudká, je část blesku přitahována určitými body, které závisí na umístění na povrchu vozidla a podle kterých je možno rozdělit povrch na tři zóny podle pravděpodobnosti prvotního úderu, rozdělení a jeho setrvání následovně:

Zóna 1 – Povrchy, u kterých je vysoká pravděpodobnost prvotního úderu blesku (hlavní nebo zpětný proud úderu, vstup a výstup).

Zóna 2 – Povrchy vozidla, u kterých je malá pravděpodobnost prvotního úderu, ale vysoká pravděpodobnost odrazu blesku (zpětný proud), který je způsoben tokem vzduchu ze zóny 1, kam dopadl prvotní úder.

Zóna 3 – Všechny ostatní povrchy, které nepatří ani do zóny 1 ani 2. U takových ploch je pravděpodobnost zásahu bleskem malá, ale mohou vést bleskový proud mezi body umístěnými v zóně 1 nebo 2. V některých oblastech zóny 3 se může objevit celý náboj blesku.

Zóny 1 a 2 je možno dále rozdělit na oblasti A a B v závislosti na pravděpodobnosti setrvání blesku po určitou časovou periodu. Tato pravděpodobnost je nižší pro oblast A a vyšší pro oblast B. Tyto zóny se definují následovně:

Zóna 1A – Počáteční bod přitažení s malou pravděpodobností setrvání čelní hrany po dobu přesahující 50 ms.

Zóna 1B - Počáteční bod přitažení s vysokou pravděpodobností setrvání zadní hrany po dobu přesahující 50 ms.

Zóna 1C – Omezená oblast povrchu kosmického prostředku za zónou 1A, ve které se může prvotní přitažení rozdělit a může tedy vytvořit místo pro první zpětný úder.

Zóna 2A – Rozdělený úder s malou pravděpodobností setrvání blesku v počáteční nebo střední pozici Zóny 2 po dobu přesahující 50 ms.

Zóna 2B – Rozdělený úder s vysokou pravděpodobností setrvání blesku jako zadní hrana v zóně 2 po dobu přesahující 50 ms.

15.3 Zkratky

Zkratka	Název v originálu	Český název
AECTP	Allied Environmental Conditions and Test Procedures	podmínky a zkušební postupy spojeneckého prostředí
EID	Electrically Initiated Device	elektricky iniciované zařízení

15.4 Cíl

Cílem této kategorie je definovat hodnocení výzbroje a zkušební postupy, které se mohou použít při určování spolehlivosti a vhodnosti používání munice, která obsahuje elektricky rozněcovatelné zařízení (EID) a připojené elektrické/elektronické systémy/podsystemy, které budou vystaveny následujícímu prostředí:

- Elektrostatickému prostředí, definovanému v AECTP253 [1] pro síly NATO.
- Prostředí bleskového výboje definovaného v AECTP 254 [2] pro síly NATO.
- Prostředí jaderného výbuchu specifikovaného v AECTP 256 [3] pro síly NATO.

- d) Prostředí elektromagnetického vyzařování specifikovaného v AECTP 258 [4] pro síly NATO.

15.5 Použitelnost a požadavky

Tato kategorie se používá pro veškerou výzbroj v celém životním cyklu. Podrobné požadavky jsou uvedeny v jednotlivých částech.

15.6 Struktura

Tato kategorie je rozdělena do pěti částí, které jsou určeny pro ověření a zkoušky muničních systémů, které obsahují elektricky rozněcovatelná zařízení s ohledem na následující prostředí:

Část 1 Návod pro zkoušky Elektromagnetické zranitelnosti výzbroje a zbraňových systémů.

Část 2 Elektrostatický výboj, zkušební postupy pro munici.

Část 3 Zkušební postupy pro nebezpečné vyzařování z hlediska výzbroje.

Část 4 Blesk (Atmosférický výboj), hodnocení munice a zkušební postupy.

Část 5 Zkušební postupy jaderného elektromagnetického impulzu pro munici, která obsahuje elektricky rozněcovatelné zařízení.

16 KATEGORIE 508 ČÁST 1 – NÁVOD PRO ZKOUŠKY ELEKTROMAGNETICKÉ ZRANITELNOSTI VÝZBROJE A ZBRAŇOVÝCH SYSTÉMŮ

16.1 Související dokumenty

[1] AECTP-258	RADIO FREQUENCY ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTS RF elektromagnetické prostředí (EME).
[2] AECTP-501	EQUIPMENT & SUB SYSTEM EMI TESTING Zkoušky a ověření účinků elektromagnetického prostředí na zařízení a podsystémy
[3] STANAG 4238	MUNITION DESIGN PRINCIPLES, ELECTRICAL/ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTS Principy konstrukce munice, vlivy elektrického a elektromagnetického prostředí

16.2 Zkratky

Zkratka	Název v originálu	Český název
EME	Electromagnetic Environment	elektromagnetické prostředí
EMI	Electromagnetic Interference	elektromagnetická interference
EMITP	Electromagnetic Interference Test Procedure	zkušební plán elektromagnetické interference
EMV	Electromagnetic Vulnerability	elektromagnetická zranitelnost
EUT	Equipment Under Test	zkoušené zařízení
POE	Point of Entry	vstupní bod
RF	Radio Frequency	rádiový kmitočet

16.3 Cíl

Cílem této části je poskytnout návod a specifické požadavky pro zkoušky elektromagnetické zranitelnosti (EMV) výzbroje, jejího zařízení a podsystémů, které mají být odolné proti škodlivým vlivům elektromagnetické energie a které jsou podrobně popsány v částech 508/2, 508/3, 508/4 a 508/5.

Všeobecný účel:

- Stanovit předměty zkoušek pro ověření chování vzorku materiálu v elektromagnetickém prostředí.
- Poskytnout návod pro řízení zkušebního programu v elektrickém/elektromagnetickém prostředí a volbu zkoušek.

- c) Načrtnout nutné postupy a položky zkušební program, včetně zkušebních postupů, záznamu dat a způsobu posouzení pro účely požadované bezpečnosti.

Specifický účel:

Stanovit použitelnost podrobných zkušebních požadavků včetně zdůvodnění požadavků, návodu při použití požadavků a zkušenosti z provozu platformy a zkušební laboratoře. Při sestavování požadavků vyzařování a citlivosti pro konkrétní aplikaci je nutno spolupracovat s orgánem pro nákup materiálu a vyžádat si pomoc budoucího uživatele při sestavování podrobných postupů pro zkušební plán elektromagnetické interference (EMITP) na základě obecných zkušebních postupů uvedených v tomto dokumentu. Původ informací se uvádí pro účely návodu a nesmí se interpretovat jako požadavky dodávky.

16.4 Použitelnost a požadavky

16.4.1 Použitelnost

Tento dokument obsahuje informace o elektronických systémech nebo zařízeních, která mohou být v průběhu životního cyklu vystaveny elektromagnetické energii, jedná se zvláště o:

- a) Zbraňové systémy a příslušné podsystémy.
- b) Výzbroj.
- c) Podpůrné a kontrolní zařízení pro předchozí položky a) a b).

Kategorie 508 obsahuje základní posouzení a zkušební postupy, použitelné pro libovolný typ zařízení. Zkušební postupy použité pro specifický zkušební program se musí zvolit na základě provozního použití a podmínek prostředí, které se budou vyskytovat v životním cyklu zařízení. Volba některých zkušebních postupů závisí na požadavcích národního akvizičního orgánu.

16.4.2 Požadavky

Položky plánu musí demonstrovat, tam kde je to vhodné, že výzbroj nebo zbraňové systémy (zde uváděné jako zařízení):

- a) Nebudou během provozního cyklu rušeny nebo poškozeny externím elektromagnetickým prostředím, generovaným jinými zařízeními, která produkují vysoké úrovně elektromagnetické energie, jako jsou radiolokátory, radiostanice a jiné vysílače.
- b) Nebudou během všech fází životního cyklu nevhodným způsobem ohrožovat obsluhu nebo jiný materiál, při působení nepříznivých vlivů externího prostředí.

16.5 Zkoušky

16.5.1 Úvod

16.5.2 Zkušební požadavky

16.5.2.1 Rezerva

Přehled zkoušek EMI na úrovni zařízení, může obsahovat srovnání s úrovněmi zkušebních polí NRS02 a výsledků zkoušek susceptibility při specifikovaných provozních intenzitách pole EME. Provozní úrovně polí se musí snížit podle očekávaných úrovní stínění, filtrování a ztrát ve volném prostoru, které se nezapočítávají pro zkoušky EMI na úrovni zařízení a mohou obsahovat hranici 3 dB pro započtení chyb měření (tj. snížení předpokládaného stínění o 3 dB).

16.5.2.2 Prostředí

Externí elektromagnetické prostředí (EME), ve kterém musí vojenské zbraňové systémy a výzbroj pracovat a přežít, je mimořádně komplexní. Pro zajištění, že systém nebude ovlivňován předpokládaným EME je důležité, že EME se bude uvažovat po celou dobu životního cyklu a ve všech provozních režimech. Tato část nepopisuje přesné elektromagnetické prostředí, ve kterém se bude zařízení provozovat; z toho důvodu se definuje reprezentativní maximální EME, kterému může být systém vystaven, to znamená maximální EME určené ve všech fázích životního cyklu. Může být nutné předpovědět elektromagnetickou energii, která může ať už zamýšleně nebo nezamýšleně rušit elektroniku a přispívat k reprezentativnímu maximálnímu prostředí pro popis celkového potenciálního nebezpečí. Nutné může být také systémové použití projekce různých platforem. Pouze po úplném zvážení taktického EME se mohou určit podrobné specifikace systému včetně popisu provozního EME. EME specifikované v AECTP-258 [1] nebo sestavené jako provozní prostředí může být základem pro zkušební prostředí.

16.5.3 Plánování zkoušek

Předběžná analýza musí obsahovat počítačový model, přehled zařízení a zkušební úrovně elektromagnetické interference (EMI) na úrovni systému a musí se provádět tak, jak je uvedeno v AECTP-501 [2].

Počítačový model, který se vytváří různými, komerčně dostupnými programy (jako je např. metoda konečných diferencí, metoda konečných prvků, momentová metoda atd.), stanovuje vliv externího elektromagnetického prostředí na elektrický/elektronický materiál. Použití konkrétních počítačových programů není předmětem tohoto dokumentu.

Předběžná analýza může identifikovat citlivé oblasti, na které je třeba se zaměřit při plánování zkoušek EMV. Citlivé oblasti znamenají, že zde dochází k reakci materiálu a k této reakci může docházet na určitých kmítočtech nebo v kmítočtových pásmech, při různých modulacích, šířkách impulzu nebo rychlosti opakování, při různých intenzitách pole, amplitudách a dobách odezvy materiálu a při různých úhlech natočení mezi materiálem a zdrojem mikrovlnné energie. Tabulka 508/1-1 identifikuje parametry, které se musí uvažovat ve zkušebním plánu EMV.

TABULKA 508/1-1 – Způsob určování potenciačního vlivu elektromagnetické energie

A Laboratorní měření	B Měření ve volném prostoru	C Analýza a simulace
Určit susceptibilitu systému 1. Modulace A. Opakovací kmitočet impulzů B. Šířka impulzu C. Komplexní formát (1) Snižování impulzů (2) Amplituda	Určit susceptibilitu systému vzhledem k: (standardní odezva) 1. Kmitočtu 2. Polohovému úhlu 3. Polarizaci *Všechny výše uvedené jsou nezávislé proměnné	Určit zranitelnost systému 1. Naměřené údaje 2. Scénáře 3. Taktické EM prostředí
(3) Rozmítání atd. 2. Relativní RF výkon 3. Doba setrvání 4. Rychlost sledování 5. Intenzita cíle (radiolokátor)		Určit zranitelnost systému
Určit vazební mechanizmy 1. Vstupní brány 2. Obvodové brány	Určit susceptibilitu(y) systému pro parametry zvolené z laboratorních měření	1. Naměřené údaje 2. Scénáře 3. Taktické EM prostředí

16.5.4 Zkušební postupy

Konečné přijetí projektovaného systému vyžaduje podrobné zkoušky a vyhodnocení v průběhu procesu nákupu. Tyto postupné zkušební metody se používají pro vyhodnocení potenciálních vlivů elektromagnetické energie. Zatímco mnoho zde popsaných postupů nemohou používat dodavatelé, ale raději vojenská zkušební zařízení, posouzení a podrobnou analýzu pro účely konečného schválení budou provádět dodavatelé, na základě získaných informací.

16.5.4.1 Zkušební uspořádání

Zkušební uspořádání se musí co nejvíce přibližovat skutečné instalaci, nebo se musí co nejvíce přibližovat kmitočtové reprezentaci systému, pro odpovídající fázi životního cyklu. Minimálně se musí uvažovat následující uspořádání:

- a) Zařízení samotné musí být v provozním nebo aktivním režimu.
- b) Zařízení umístěné v přepravním nebo dopravním obalu, kdy se obal uvažuje jako elektromagnetické stínění proti prostředí, včetně kostřicích opatření.
- c) Zařízení ve zkušebním režimu a připojené k jinému zařízení nebo materiálu. Zkušební postup musí uvažovat potenciální nebezpečí pro zkušební obsluhu. Konkrétně se jedná o nezamýšlené rozdílení výbušného materiálu elektrickou energií a ostatní nebezpečné elektrické/mechanické reakce způsobené zkušebním postupem.

16.5.4.2 Zkušební podmínky

16.5.4.2.1 Laboratorní zkoušky

Laboratorní zkoušky musí definovat položky uvedené v tabulce 508/1-1, sloupec A. Zkoušky pak budou normálně pokračovat zkouškami systému ve volném prostoru, i když se před dokončením celého zkušebního programu mohou požadovat dodatečné laboratorní zkoušky.

16.5.4.2.2 Zkoušky ve volném prostoru

Zkoušky, jejichž provedení závisí na geometrii systému, se musí provádět ve volném prostoru se zkoušeným zařízením a vysílacími anténami oddělenými tak, aby byly splněny požadavky vzdáleného pole podle níže uvedené rovnice. Uvažovat se musí kmitočet, úhel natočení, polarizace, rozměry místa a výkonová hustota. Laboratorní údaje poskytují modulace a vstupní rychlosti sledování použité a ověřované v tomto vyhodnocení. Zkoušky ve volném prostoru běžně začínají identifikací standardní výkonové odezvy pro srovnání údajů. S touto odezvou se mohou provádět zkoušky polohového úhlu a určit závislost výkonové odezvy na polohovém úhlu. Pokud jsou zkoušky odezvy provedeny správně, pak se mohou zkoušky sledování poruch provádět při jednom polohovém úhlu a vliv elektromagnetické energie na sledování poruch je možno předpovědět pro libovolný polohový úhel. Dále, pro všechny odezvy pozorované během zkoušek se budou identifikovat vstupní body a prahové úrovně citlivosti. Prahové úrovně se budou typicky určovat uvnitř intervalu 3 dB nejmenší úrovně elektromagnetického prostředí, ve kterém pracuje systém nesprávně.

$$R_d = \frac{(2 \cdot L^2)}{\lambda}$$

kde:

R_d = vzdálené pole (m),

L = maximální rozměr antény (m),

λ = vlnová délka (m).

16.5.4.2.3 Analýzy a simulace

Měření ve volném prostoru, popsané v článku 16.5.4.2.2, vyžaduje pro vytvoření parametrů zkoušek zařízení, nastavení, provozní režimy a výsledky laboratorních zkoušek. Analýza zranitelnosti vyžaduje kombinované úvodní zkoušky v laboratoři a zkoušky ve volném prostoru. Informace ze zkoušek ve volném prostoru samotné spolu s informacemi požadovanými pro analýzu zranitelnosti jsou uvedeny v tabulce 508/1-1 ve sloupcích B a C. Analýzy a simulace jsou prvotním základem pro provozní charakteristiky systému spolu s:

- a) Naměřenými údaji reakcí na elektromagnetickou energii.
- b) Taktickým scénářem.
- c) Taktickým elektromagnetickým prostředím.

Systém se označuje jako zranitelný, pouze pokud energie v průběhu plnění bojového úkolu způsobí susceptibilitu, která má za následek zhoršení provozu, popsané

v článku 16.5.5.1. V jiném případě není systém zranitelný, i když může na různé druhy elektromagnetické energie reagovat.

Matematické simulace se běžně požadují jako součást analýzy zranitelnosti. Tyto simulace jsou zvláště důležité, když systém reaguje na elektromagnetickou energii, ale nedochází ke kompletnímu zhoršení provozu. Správně provedená simulace může stanovit úroveň signálu, požadované pro zhoršený provoz systému za tolerovanými mezemi. Výsledky simulace, které jsou dostupné v průběhu zkušebního programu, mohou snížit dobu trvání zkoušek a jejich cenu.

16.5.4.2.4 Měření nebo zkoušky platformy

U systémů, které vyžadují pro určení cíle rozhraní s platformou, se musí provést zkouška a analýza zranitelnosti.

16.5.4.2.5 Zkoušky za letu nebo v terénu

Provozní zkoušky mohou obsahovat zkoušky v poli anebo za letu. Tyto zkoušky ověřují výsledky získané v laboratoři, ve volném prostoru a počítačovou simulací. Zkoušky v poli se rozdělují do dvou kategorií:

- a) Zadržené lety.
- b) Ostrá střelba.

Technologie k omezení nebo vyloučení těchto drahých zkoušek je ve vývoji.

16.5.4.2.6 Elektrické/elektromagnetické zkušební podmínky

Nejlepší metodou, jak snížit elektromagnetickou zranitelnost elektronických systémů je prevence před nezamýšleným vstupem elektromagnetické energie. Pouze výjimečně je možno použít jiný způsob než robustní provedení opatření proti vlivům elektromagnetické energie. Tato opatření je třeba uvažovat v projekční a opakované projekční fázi. Techniky pro snížení susceptibility se musí uvažovat v prvních projekčních fázích jednotlivých podsystémů tak, že celková odolnost systému nevyžaduje dodatečná opatření z hlediska jednotlivých oblastí. Hlavní důraz se musí klást na:

- a) Udržení nechtěné energie co nejdál od obvodů.
- b) Udržení nepožadovaných signálů, které se mohou vázat s vodiči, co nejdál od nezamýšlených signálových cest, konkrétně co nejdál od polovodičových zařízení.
- c) Takové projektování obvodů, kdy nepožadovaná energie v signálové cestě nenarušuje funkci obvodu.

Klíčové oblasti zodolňování jsou návrh obvodů a obvodových desek, stínění, spojování, filtrování a kostření.

Informace o těchto oblastech jsou uvedeny v STANAG 4238 [3].

16.5.4.3 Požadované informace

Kompletní vyhodnocení provozu systému v elektromagnetickém prostředí vyžaduje zkoušky závislosti a reakce na celou řadu faktorů. Hlavní výstupy zkoušek jsou uvedeny v článcích 16.5.4.3.1 až 16.5.4.3.10. Okolní elektromagnetické prostředí se může vázat se systémem vstupními bránami, které tvoří netěsnosti povrchů a průniky do obvodů elektronických zařízení.

16.5.4.3.1 Výkonová hustota

Výkonová hustota je primárním faktorem, který ovlivňuje chování elektronických zařízení. Při dostatečném výkonu, se může na jednotlivých částech elektronických obvodů objevit interference. Nepožaduje se tedy určení množství energie potřebné pro ovlivnění systému, ale v jakých skutečných mezích se pohybuje požadovaný výkon pro ovlivnění a zdali je systém susceptibilní na vrcholovou nebo střední hodnotu výkonu.

16.5.4.3.2 Kmitočet

Určení vlivu známých a očekávaných zdrojů vyzařování působících na systém je velmi důležité. Musí se vyhodnotit každá reakce systému a zjistit přesné kmitočty, při kterých k reakci došlo.

16.5.4.3.3 Modulace

Stejně jako v případě kmitočtů, je jedním z dalších aspektů modulace. Při simulaci známého ohrožení, je důležité opakovat, co nejvíc jak je to možné, všechny charakteristiky ohrožení, včetně modulace. Je třeba také zohlednit elektronická zařízení a určit modulaci, která, pokud se indukuje do systému, může ovlivnit užitečné signály nebo narušit jejich zpracování. Systém se může běžně rozdělit na samostatné jednotky. Pokud například modulace ovlivňuje jednu funkci systému, nemusí ovlivňovat jinou, takže je možno provést nezávislé vyšetření. Modulace může mít různý formát, včetně toho, který může dávat systému falešné informace a může tedy rušit nebo vyřadit systém z činnosti. Mezi uvažovanými položkami jsou rychlost opakování impulzů, šířka impulzů a komplexní formát (tj. výpadky impulzů, amplituda, rozmítání atd.).

16.5.4.3.4 Polohový úhel

Protože systém a jeho elektronika působí jako antény, mohou být vazby mezi externími poli a těmito anténami funkcí polohového úhlu. Maximální lalok, který odpovídá maximálnímu zisku antény, závisí na velikosti otvoru a vlnové délce a nejvíce se ovlivňuje nebo mění okolím. Při zkouškách je nutno monitorovat celý systém a jeho reakce v závislosti na polohovém úhlu vzhledem ke zvolenému referenčnímu bodu.

16.5.4.3.5 Polarizace

Některé antény reagují při určitých polarizacích lépe než jiné a je tedy důležité při vyhodnocování celkové susceptibility uvažovat očekávanou provozní polarizaci.

16.5.4.3.6 Zaměření (raketové systémy)

Elektrické (s ohledem na RF) a mechanické (s ohledem na vyhledávací úhel) narušení zaměřování může vést na chybné výsledky zkoušek v laboratorních podmínkách, ve volném prostoru a při polním/letovém provozu. Před zkouškou se vždy musí provést rektifikace zaměření.

16.5.4.3.7 Rychlost sledování (raketové systémy)

Rychlost sledování je úhlová rychlost změny nosiče raket jako funkce času. Vyšetřovat se musí vlivy různých rychlostí sledování na provoz systému ve stupních/sekundách.

16.5.4.3.8 Intenzita cíle (raketové systémy)

Výkonová intenzita cíle uvažovaná jako RF výkon je důležitý parametr pro úspěšné provedení bojového úkolu a musí se tedy určit.

16.5.4.3.9 Doba trvání

Emise, které způsobují rušení, mohou mít různé amplitudy, tak jak se emise mění v závislosti na skenování nebo otáčení zdroje. Energie, která se směřuje na zkoušené zařízení po krátký časový úsek, může způsobit nepatrné rušení. Měřením doby trvání se zjišťuje minimální doba působení emisí nutná pro specifikovaný stupeň rušení.

16.5.4.3.10 Závislost údajů

Závislost údajů se stanovuje pro danou úroveň výkonu a vazební bránu obvodu. Tabulka 508/1-2 ukazuje závislost parametrů v člancích 16.5.4.3.1 až 16.5.4.3.9.

TABULKA 508/1-2 – Funkční závislost (proměnné)

Závislé funkční údaje	Nezávislé funkční údaje
Kmitočet	Modulace
Polohový úhel	Rychlost sledování
Polarizace	Intenzita cíle
Zaměření	Doba trvání
Výkonová hustota	

Je třeba si všimnout, že všechny funkční závislosti se vztahují ke geometrii systému. Pokud se systém chová jako anténa, závisí všechny položky v levém sloupci na geometrii tohoto systému. Modulace, rychlost sledování, intenzita cíle a doba trvání jsou funkcí pouze jedné části systému (tj. brány do obvodu). Při zkouškách pro určení vlivu některých závislých položek se musí prezentovat úplný systém a musí se zkoušet ve volném prostoru. Toto není případ funkcí nezávislých položek.

16.5.5 Protokol ze zkoušky

Zkušební protokol dokumentuje a zachycuje uspořádání při zkoušce, klimatické podmínky, provozní režimy, parametry, obrázky zkušební sestavy, údaje získané při měření prahu susceptibility a sledované výsledky. Zkušební protokol musí obsahovat závěry a doporučení, výsledky ve zkrácené podobě, popis

zaznamenaných reakcí a navrhované požadavky opakovaných měření (pokud jsou nutné) pro zajištění shody zařízení nebo podsystémů.

16.5.5.1 Kategorie zkušebních výsledků

Výsledky uváděné ve zkušebním protokolu je možno rozdělit do následujících kategorií.

a) Dočasné zhoršení

Zařízení může vykazovat některé stupně fyzického nebo elektrického zhoršení funkce bez omezení.

b) Trvalé zhoršení

Zařízení může vykazovat některé stupně fyzického nebo elektrického zhoršení funkce jako výsledek vystavení elektromagnetické energii, ale je stále funkční. Poškození může snížit funkčnost systému i po odstranění elektromagnetické energie.

c) Katastrofická chyba

U zařízení může dojít k mechanickému, elektrickému nebo obojímu poškození, takže se stane nefunkční. U polovodičových tranzistorů a integrovaných obvodů je možno sledovat tři různé chybové režimy.

- 1) Roztavení vodičů – K roztavení vodičů dochází tehdy, když generované proudy dosáhnou vysoké hustoty, která způsobí roztavení spojovacích vodičů uvnitř polovodičového zařízení, které jsou připojeny k externím obvodům.
- 2) Poškození pokovení – K poškození pokovení dojde v případě, že proudová hustota na povrchu čipu je dostatečná k roztavení části kovové vodivé cesty.
- 3) Poškození spoje – K poškození spoje dojde v případě, že zařízení je na několik sekund uvedeno do oblasti poruchy signálu a zůstane zde po dobu dostatečnou k vytvoření zkratu.

16.5.5.2 Vyhodnocení výsledků

Vliv elektromagnetické energie na zařízení se bude omezovat na parametry uvedené v tabulce 508/1-1. Určení pravděpodobnosti, že tyto parametry budou ovlivňovat provoz zařízení, bude ovlivňovat hodnocení přímého ohrožení provedení bojového úkolu. Ovlivnění provedení bojového úkolu musí uvažovat očekávané provozní parametry během fáze použití zařízení a různé provozní režimy. Během stavů použití zařízení se může elektromagnetické prostředí měnit stejně jako provozní režimy. Zkušební výsledky také musí korigovat provozní režimy zařízení při použití v různém elektromagnetickém prostředí. Zařízení se může např. přepravovat nebo přenášet v mnohem příznivějším prostředí než při odpalování z letadla nebo lodě. Navíc může zařízení při letu procházet fází sledování a odjištění, která se provádí během vystavení různým elektromagnetickým prostředím s rozdílnými parametry. To může být prospěšné pro vytvoření obrazové časové osy provozních režimů zařízení, která srovnává různá elektromagnetická prostředí s různými zdroji umístěnými na této časové ose.

Závěry se musí vytvořit tak, aby materiál úspěšně pracoval v očekávaném provozním elektromagnetickém prostředí. Uvažovat se musí každá reakce zařízení na zkušební EME a každá reakce, která má vliv na úspěch provedení bojového úkolu se musí uvažovat z hlediska zranitelnosti. Při vývoji se musí použít každá známá změna provedení nebo provozního použití, která zlepší vlastnosti zařízení z hlediska splnění bojového úkolu.

17 KATEGORIE 508 ČÁST 2 – ELEKTROSTATICKÝ VÝBOJ, ZKUŠEBNÍ POSTUPY PRO MUNICI

17.1 Související dokumenty

17.1.1 Normativní

- [1] AECTP-253 ELECTROSTATIC CHARGING, DISCHARGE AND PRECIPITATION STATIC
Elektrostatický náboj. Výboj a poruchy způsobené atmosférickými srážkami (P-Static).
- [2] AECTP-501 EQUIPMENT & SUB SYSTEM EMI TESTING
Zkoušky a ověření účinků elektromagnetického prostředí na zařízení a podsystémy
- [3] IEC 61000-4-2 ed 2 TESTING AND MEASUREMENT TECHNIQUES – ELECTROSTATIC DISCHARGE IMMUNITY TEST
Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4-2: Zkušební a měřicí technika – Elektrostatický náboj – Zkouška odolnosti
- [4] STANAG 4490 EXPLOSIVES, ELECTROSTATIC DISCHARGE SENSITIVITY TESTS(S)
Výbušniny, zkoušky citlivosti k elektrostatickému výboji

17.1.2 Informativní

- STANAG 4560 ELECTRO-EXPLOSIVE DEVICES, ASSESSMENT AND TEST METHODS FOR CHARACTERIZATION – AOP-43 EDITION 3
Metody hodnocení a zkoušení pro určení charakteristik elektricky rozněcovatelných prostředků – AOP-43 Edice 3
- AOP-43 ELECTRO-EXPLOSIVE DEVICES ASSESSMENT AND TEST METHODS FOR CHARACTERIZATION – GUIDELINES FOR STANAG 4560
Metody hodnocení a zkoušení pro určení charakteristik elektricky rozněcovatelných prostředků – směrnice pro STANAG 4560

17.2 Zkratky

Zkratka	Název v originálu	Český název
DC	Direct Current	stejnoseměrný proud
EID	Electro-Initiated Device	elektricky rozněcovatelné zařízení
ESD	Electrostatic Discharge	elektrostatický výboj
NFT	No Fire Threshold	prahová hodnota, při které nedojde k roznětu
NSAA	National Safety Approving	národní autorita pro schvalování bezpečnosti

Authority

17.3 Cíl

Cílem této části je definovat zkušební postupy, které je možno použít pro určení bezpečnosti a vhodnosti dodávek munice obsahující elektricky rozněcovatelné zařízení (EID) a připojené k elektrickým / elektronickým systémům / podsystémům, které se vystavují elektrostatickému prostředí, jehož parametry pro síly NATO jsou popsány v AECTP-253 [1]. Návod pro vyhodnocení nebezpečí a zkoušky elektrostatickým výbojem jsou uvedeny v příloze A této části.

17.4 Použitelnost a požadavky

17.4.1 Použitelnost

Tato část se může použít pro veškerou municí v jejím celém životním cyklu, a která:

- a) Bude vystavena elektrostatickému prostředí vytvořenému člověkem během manipulace.
- b) Bude vystavena elektrostatickému prostředí vytvořenému provozem vrtulníku při vertikálním doplňování munice.
- c) Může být ovlivněna elektrostatickým prostředím.

17.4.2 Požadavky

Veškerá munice musí zůstat bezpečná a schopná provozu při vystavení elektrostatickému prostředí, které se předpokládá ve specifikovaném životním cyklu. Ověření se musí provádět ve shodě s kategorií 508/2.

17.5 Zkoušky

17.5.1 Úvod

Existuje celá řada zdrojů elektrostatického náboje, který vzniká při instalaci a manipulaci s municí. [1] definuje prostředí, spojené s hrozbou vyvolanou manipulací s municí a spojeným hardwarem, osobami a hrozbou vyvolanou při externím transportu a instalaci ve vrtulníku.

Tato část se zaměřuje na zkoušky, které se používají pro municí s elektricky rozněcovatelným zařízením (EID) a připojené elektrické/elektronické systémy pro ověření hrozby. Vyhodnocení při zkouškách je uvedeno v příloze A této části.

POZNÁMKA ESD může také představovat přímou hrozbu pro výbušninu umístěnou v municí (ať už přímým dotykem anebo přenosem). ESD zkoušky / hodnocení takové munice se musí provádět také. Toto vyhodnocení/zkoušky nejsou předmětem tohoto vydání kategorie 508/2 a pouze obecně přijatelné zkoušky mohou požadovat zkoušky plného ohrožení na aktivovaném zařízení nebo podsystému. STANAG 4490 [4] poskytuje návod na zkoušky ESD rozměrově malých explozivních a pohonných materiálů. Není možno je přímo použít pro ověření ESD hrozby osobami nebo vrtulníky.

V průběhu těchto zkoušek musí být munice v pasivním stavu. Připojené elektrické/elektronické systémy mohou být v pasivním nebo aktivním stavu, v závislosti na hodnocení uvedeném v příloze A této části.

Úrovně ESD uvedené v této části se mohou generovat:

- a) Osobami během přípravy, manipulaci, ošetřování, transportu a instalace munice a připojených elektrických/elektronických systémů nebo
- b) externím transportem nebo instalací munice, která obsahuje elektricky rozněcovatelné zařízení (EID) a elektrické/elektronické systémy, do vrtulníků.

17.5.2 Volba zkušební metody

- a) Pro určení odolnosti munice nebo připojených systémů proti ESD prostředí použít jednu nebo obě základní zkušební metody. Návod pro hodnocení je uveden v příloze A. Pokud analýza spolehlivě ukazuje, že munice, která obsahuje EID a připojené elektrické/elektronické systémy není susceptibilní na hrozbu ESD, nebo že se hrozba v konkrétním uspořádání nemůže vyskytnout, pak se musí požadavky schválit národním bezpečnostním orgánem (NSAA).

POZNÁMKA Pokud se EID a elektronické podsystémy zkoušely (a vyhověly) s úrovní, která představuje úplnou hrozbu, mimo munici, není třeba ověření provádět po instalaci do munice. Toto se týká hlavně hrozby, která se vytváří při manipulaci osobami. Vyhodnocení musí dokumentovat, že byla provedena úplná zkouška a další ověřování se nepožaduje.

- b) Pro ověření susceptibility munice nebo připojených systémů na ESD prostředí, se mohou použít obě nebo pouze jedna základní metoda. Tyto zkušební metody se označují jako „Kontaktní výboj“ a „Vzdušný výboj“. Použití konkrétní zkušební metody závisí na národních zvyklostech. Obě zkušební metody vyžadují zkoušky ve více zkušebních bodech a mohou vyžadovat použití několika úrovní zkušební napětí. Tyto postupy jsou použitelné pro obě elektrostatická prostředí generované jednak člověkem a jednak ve vrtulníku.

(1) Zkouška kontaktním výbojem

Zkušební metoda používá vybíjecí elektrodu zkušební generátoru, která se dotýká munice nebo připojeného systému a pro výboj používá spínač na generátoru. V případě natřeného vodivého povrchu použít následující postup:

Pokud není krycí vrstva výrobcem deklarována jako elektricky izolační vrstva zařízení, je třeba proniknout hrotem elektrody generátoru touto vrstvou tak, že se dosáhne spojení s vodivým materiálem.

Pokud je krycí vrstva výrobcem deklarována jako elektricky izolační vrstva zařízení použít pro zkoušky pouze metodu vzduchového výboje.

(2) Zkouška vzduchovým výbojem

Tato metoda používá vybíjecí elektrodu zkušebního generátoru, kterou je možno se přibližovat k munici nebo připojenému systému, dokud se mezera mezi elektrodou a zkoušeným zařízením nezmenší natolik, že dojde ke vzdušnému výboji. Tato metoda se uvažuje jako odpovídající metoda pro zkoušky ve vrtulníku. Přednostně se používá k přímému výboji do konkrétního bodu, pokud se to vyžaduje. Na základě analýzy hrozby se může používat pevná vzdálenost.

- c) Na základě výběru zkušebních bodů pro zkoušku výboje provést hodnocení potenciální citlivosti buď přímým průnikem, nebo vybuzením struktury a následným vnitřním přenosem energie. Návod jakou techniku zvolit při výběru umístění výboje je uveden v příloze A.
- d) Tyto zkoušky jsou určeny pouze pro ověření reakce systémových EID a připojených elektrických/elektronických zařízení na hrozbu ESD. Pro zkoušky EID se používají plně sestavené položky (nebo vybavená zařízení schválená národní autoritou) s funkčními elektronickými podsystémy, ale s odstraněným výbušným materiálem, který se musí nahradit inertním materiálem se stejnými elektrickými vlastnostmi jako výbušný materiál.
- e) Určit uspořádání munice nebo připojeného systému zvoleného pro zkoušky podle analýzy životního cyklu (z hlediska ukládání a instalace) munice obsahující EID a připojených elektrických/elektronických systémů. U zbraňových systémů se může požadovat více než jedno uspořádání. U konektorů se musí při zkouškách používat předepsané čepičky nebo krytky a/nebo zkratovací/kostřící opatření, která se používají v jednotlivých fázích životního cyklu.
- f) Zkoušky se musí provádět při teplotě $(23 \pm 10) ^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti menší než 60 %. Munice a připojené systémy se musí ve výše uvedených klimatických podmínkách ponechat nejméně 24 hodin před provedením zkoušky. Příloha A této části obsahuje diskusi o vlivu vzdušné a povrchové vlhkosti (nebo pouze jedné z nich) na munici a připojené systémy při provádění zkoušek elektrostatickým výbojem. Zkoušky při jiné teplotě nebo relativní vlhkosti se provádějí v případě, pokud se takové prostředí očekává, vyhodnocení indikuje, že ESD hrozba je významně vyšší nebo je munice v takovém prostředí mnohem citlivější.
- g) V každém zkušebním bodě provést násobné výboje za použití kladné a záporné polarity a různého napětí. Příloha A této kategorie, článek A.4.6 doporučuje typický soubor výbojů pro jednotlivé zkušební body. Pokud se používají vybavená EID zařízení, je nutné, provádět násobné zkušební posloupnosti pro zajištění statistického ověření výsledků. Příloha A této části poskytuje diskusi o konfidenčních úrovních a spolehlivosti údajů v závislosti na počtu zkušebních posloupností prováděných bez chyb. Pro účely této části se zkušební posloupnost definuje jako řada výbojů do zkoušené položky ve všech místech, ve kterých se může potenciálně vyskytnout susceptibilita, schválených před zkouškou. Provést částečné posloupnosti za použití různých položek/zařízení nebo na stejné položce/zařízení s různým souborem EID a elektrických/elektronických podsystémů tak, aby se potvrdila funkčnost. Protože bezpečnostní hranice

je možno určit vybaveným zařízením (pro srovnání naměřených úrovní s prahem kdy nedojde k inicializaci) může být nutné provádět násobné zkušební posloupnosti za těchto okolností. I když možnost latentního poškození vodivého můstku je nutno schválit pro zvláště citlivé EID (např. vrstevné můstky). Při použití vybavených zařízení se musí získat souhlas NSAA.

POZNÁMKA Pokud se zkoušky prováděly na „nevybaveném“ EID (např. pro účely charakterizace požadavků dokumentu STANAG 4560) musí se výboj aplikovat jednak mezi kontakty a jednak mezi spojené kontakty a kryt.

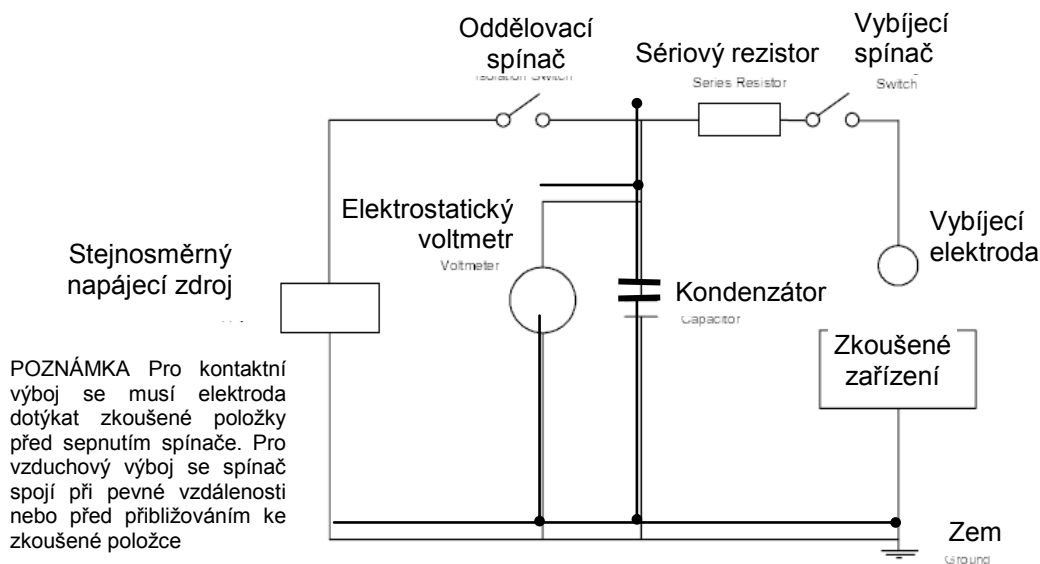
- h) V případě, že se vybavená zařízení používají při ESD zkouškách (tj. inertní EID se snímači pro měření dávky energie), je nutné provádět zkušební série jednak v uspořádání kontakt-kryt a jednak kontakt-kontakt. Použití vybavení a zkušebního zařízení musí odsouhlasit NSAA.
- i) Při ESD zkouškách vybavení v uspořádání kontakt-kontakt se pro kalibraci musí používat signály s velmi krátkými impulzy pro zajištění, že kalibrační křivka je použitelná pro ESD impulzy (běžná proudová/výkonová kalibrační křivka pro zkoušky HERO není vhodná, z důvodu časové reakce vybavení). Uspořádání vybavení kontakt-kryt se v mnoha zemích nevyrábí, ale principiálně se napětí mezi kontaktem a krytem EID měří. Toto se může nahradit prahem přerušení, který se určí experimentálně nebo genericky nepoužívanější nejhorší hodnotou 500 V nebo 1 kV.
- j) Pokud se EID v munici vymění a jedná se o jiný typ, musí se provést požadavky uvedené v předchozím kroku a).

17.5.2.1 Zkušební vybavení

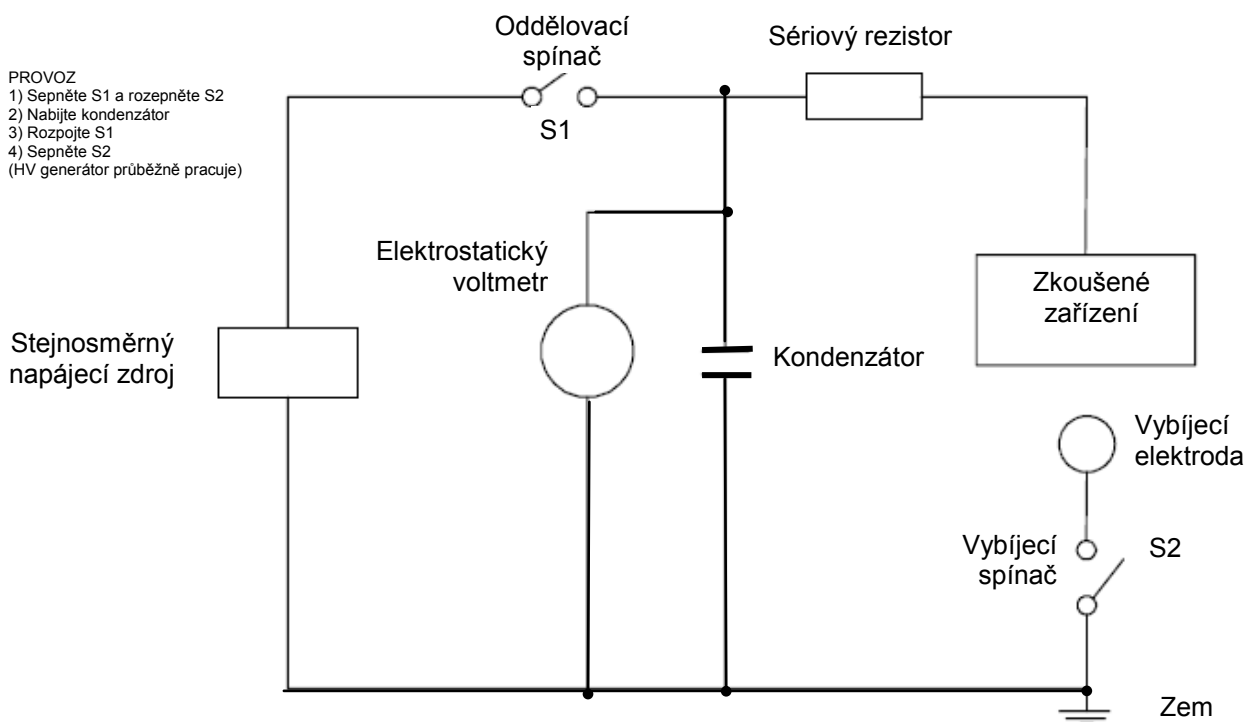
- a) Obrázky 508/2-1 a 508/2-2 představují uspořádání ESD zkušebních systémů pro použití při zkouškách plánovaných v této části. Obrázek 508/2-1 reprezentuje uspořádání zkušebního obvodu, který simuluje hrozbu, která je spojena s manipulací s materiálem osobami. Obrázek 508/2-2 reprezentuje uspořádání zkušebního obvodu, který simuluje hrozbu spojenou s externím transportem nebo instalací ve vrtulníku. Parametry obvodů, které se používají u zkoušek pro simulaci hrozeb spojených s manipulací osobami, externím transportem nebo instalací ve vrtulníku jsou definovány v [1].
- b) Ověřit schopnost ESD generátoru dodávat energii (uloženou energii a impedanci) a zaznamenat ji před a po zkoušce. Pokud se pro munici a připojené zařízení používá dotyková elektroda, musí se uvažovat jako součást vybíjecího obvodu.
 - (1) Ověřit, že energie dodávaná do každé zkušební kalibrační zátěže pro ESD generovaný osobou je ve správném poměru zátěže k impedanci zdroje ($\pm 10\%$) s ohledem na energii uloženou v kondenzátoru.
 - (2) Ověřit, že energie dodávaná do každé zkušební kalibrační zátěže pro ESD generovaný vrtulníkem je mezi 80 % a 100 % energie uložené v kondenzátoru pro použití požadující menší hodnotu sériového odporu než 1 Ω .

- c) Komerční ESD generátory se schopností vytvořit ESD prostředí definované v [1] se mohou použít pro vytvoření specifikovaného ESD prostředí, nebo pokud není takový simulátor dostupný, musí se použít následující zařízení:
- (1) Napájecí zdroj s kladným a záporným zkušebním napětím vzhledem ke kostře. Přepínač, který zabraňuje napájení, které může vytvářet dodatečný náboj během výboje. Musí být schopen buď izolovat kondenzátor od napájecího zdroje během výboje, nebo odpojit zdroj a kondenzátor od referenční kostry.
- d) Zvolit takový kondenzátor, který má minimální indukčnost a svod.
- e) Použít bezindukční sériové rezistory. Pro zkoušku ESD generovaného vrtulníkem představuje sériový rezistor 1Ω , celkový dosažitelný odpor obvodu nepočítaje v to munici a připojené zařízení.
- f) Pro spínání výboje použít relé, které má odpovídající napěťové zatížení a jeden kontakt (aby nedošlo k dvojitému výboji při náběhu). Relé umístit co nejbliž hrotu vybíjecí elektrody. Při použití vysokých napětí je nutno použít vakuové relé. V případě zkušební metody vzduchovým výbojem, nepoužité spínače výboje spojit.
- g) Použít kovovou vybíjecí elektrodu, jejíž rozměry a tvar minimalizují tvorbu koróny. V případě zkušební metody vzduchovým výbojem použít zkušební elektrodu s rozměry a tvarem nakreslenými na obrázku 508/2-3. Upravit povrch elektrody tak, aby byl hladký, čistý a lesklý pro zajištění vysoké vodivosti a uniformity výboje.
- h) Elektrostatický voltmetr (nebo podobný) s impedancí, jejíž hodnota nebude zatěžovat kondenzátor. Doporučuje se, aby vstupní impedance elektrostatického voltmetru byla vyšší než $1 \text{ T}\Omega$ ($10^{12} \Omega$).
- i) Zajistit kovovou (měď nebo hliník) zemní referenční plochu o minimální tloušťce 0,25 mm. Jiný kovový materiál je možno použít pokud je jeho minimální tloušťka 0,65 mm. Minimální rozměr zemní referenční plochy musí být 1 m^2 . Přesné rozměry závisí na zkoušené munici a připojeném zařízení. Rozměry referenční zemní plochy musí přesahovat munici a připojené zařízení nebo vazební plochu nejméně o 0,5 m na každé straně. Referenční zemní plochu spojit s ochranným zemnicím systémem. V případě rozlehlých systémů umístit referenční zemní plochu na podlahu do blízkosti munice a připojených zařízení na vzdálenost asi 0,1 m.
- j) Použít takové zkušební parametry (napětí, kapacita, odpor, indukčnost vybíjecího rezistoru a kalibrační zkušební zátěž) pro všechny zkušební postupy, včetně indukčnosti kondenzátoru a vodičů k vybíjecím sondám, které jsou ve shodě s hodnotami specifikovanými v [1]. Indukčnost měřit při kmitočtu 1 kHz.
- k) Kalibrace zkušebního zařízení se musí provádět těsně před zkouškou a okamžitě po ukončení zkoušky. V příloze A této části se uvádí vhodné postupy pro takové kalibrace. Minimálně zaznamenat průběh výstupního napětí pro hardware simulující hrozbu vytvářenou osobami na standardní zkušební zátěži a uvést hove zkušebním protokolu. Standardní zkušební

zátěž je uvedena v příloze A této části. Použití zátěž, která je uspořádána koaxiálně a která je projektována a vyrobena tak, že má lineární odezvu v kmitočtovém pásmu DC – 100 MHz.



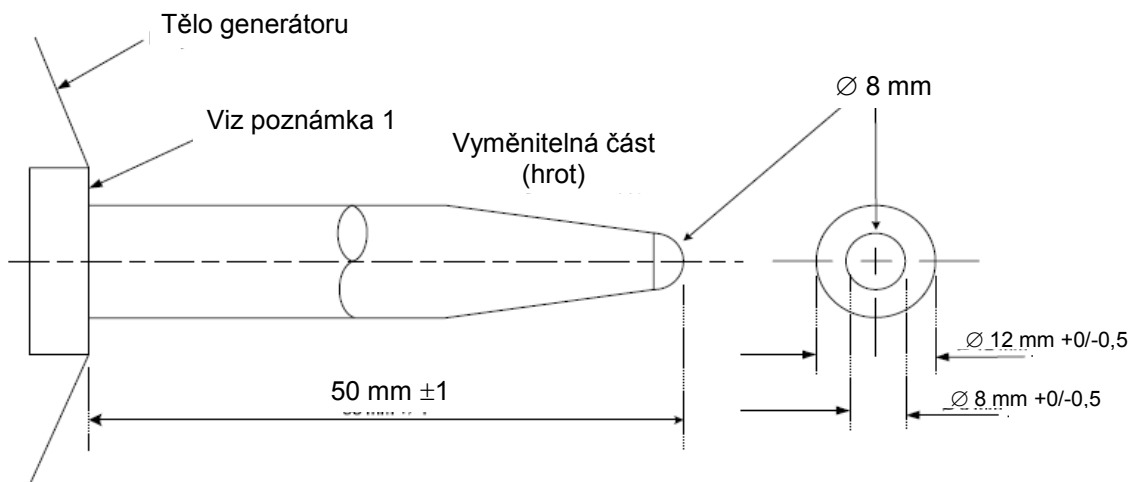
OBRÁZEK 508/2-1 – Funkční elektrické schéma pro zkoušky ESD generovaného osobami



POZNÁMKY

- 1 Odpor celé sestavy pro stejnosměrný proud musí být $< 1 \Omega$, to ale neznamená, že rezistor musí být v obvodu.
- 2 Vybíjecí spínač se nepožaduje, pokud má sonda prvotní mezeru dostatečně dlouhou, aby se zabránilo přerušení před pohybem směrem ke zkoušené položce.

OBRÁZEK 508/2-2 – Funkční elektrické schéma pro zkoušky ESD generovaného vrtulníkem



POZNÁMKA Vybíjecí spínač (např. vakuové relé) se musí umístit co nejbližší hrotu vybíjecí elektrody.

OBRÁZEK 508/2-3 – Vybíjecí elektroda pro zkoušky ESD generovaného osobami

17.5.3 Zkušební plán

- a) Pro každý zkoušený druh munice a připojený systém se musí připravit zkušební plán, který musí obsahovat minimálně následující položky:
 - (1) Účel zkoušek a zkušební harmonogram.
 - (2) Popis munice obsahující elektricky rozněcovatelné zařízení (EID) a připojené elektrické/elektronické systémy s identifikací uspořádání při zkouškách.
 - (3) Počet kusů munice a připojených zařízení použitých při zkouškách.
 - (4) Kolik zkoušek může munice a připojené zařízení absolvovat a zda je možno mezi jednotlivými zkouškami nahradit zkoušené vzorky munice.
 - (5) Teplotní rozsah a meze relativní vlhkosti požadované při zkouškách.
 - (6) Chybová kritéria pro munici a připojený systém jako je např. ztráta funkce nebo nepřijatelné zhoršení funkce a prostředí, ve kterém se bude munice a připojený systém zkoušet (zhoršení funkce může být nevratné nebo přechodné. Prahová úroveň pro konkrétní zhoršení funkce se musí určit a zaznamenat).

- b) Popis funkční zkoušky (základní) munice a připojeného systému použité před zkouškou, během zkoušky a po zkoušce ESD.
- c) Umístění zkušebních bodů na munici a připojených systémech (pokud se používá dotyková elektroda pro přímý elektrostatický výboj (ESD), musí se specifikovat jeho fyzické rozměry a účel).
- d) Popis zkušebního místa a použitého ESD generátoru a kalibrační postup ESD generátoru.
- e) Typ zaznamenávaných údajů (popis, fotografie) a jakým způsobem se budou údaje během zkoušky zapisovat.
- f) Popis přístrojů používaných pro monitorování munice, připojených zařízení a výboje.
- g) Hodnocení předzkušební analýzy ESD susceptibility včetně všech závěrů.
- h) Oddělené zkušební postupy pro každou úroveň zkušební hrozby (tj. hrozba způsobená manipulací osoby a hrozba způsobená provozem vrtulníku).
 - (1) Typ, počet a parametry výboje pro každý zkušební bod a municí.
POZNÁMKA Celkový počet výbojů při zkoušce jednoho zkušebního bodu obvykle nepřesahuje 20. Viz Příloha A této kategorie, článek A.4.6.
 - (2) Pokud se provádí, typy zkoušek (např. EID nebo elektronické součástky) mezi výboji a po zkoušce.
 - (3) Postupy, které budou následovat po každé zkušební posloupnosti, pokud je nutná výměna EID nebo dalších součástek.
- i) Souhrn výsledků ESD zkoušek prováděných na EID municí a/nebo elektrických/elektronických podsystémech v průběhu kvalifikačních zkoušek.

17.5.4 Zkušební postupy

- a) Následující článek obsahuje všeobecný nástin postupů používaných pro ESD zkoušky munice obsahující EID a připojené elektrické/elektronické systémy. Zkušební obsluha musí vytvořit podrobný zkušební postup, který je možno použít.
- b) Zkoušky muničních systémů ukázaly některé případy, kdy zkoušené položky vyhověly vysokým napětím, ale jejich funkce se zhoršila při nižších napětích. Je tedy nutno počítat s těmito středními úrovněmi napětí během hodnocení a zkoušek pro identifikaci napěťového předělu, který se nemusí projevit při zkušebních napětích uvedených v [1] a které mají nežádoucí vliv na materiál.
 - (1) Použít střední úroveň napětí nebo ESD generovaný osobami, který se mění s krokem 5 kV od 5 kV do 25 kV pro kladnou i zápornou polaritu signálu.

- (2) Použít střední úrovně napětí nebo ESD generovaný vrtulníkem, který se mění s krokem 50 kV od 50 kV do 300 kV pro kladnou i zápornou polaritu signálu.
- c) Provést zkoušky pro ESD generované osobami a vrtulníkem podle schváleného zkušebního plánu. Ověřit zda jsou podrobnosti zkoušky (uspořádání, pořadí zkoušek atd.) ve shodě s požadavky NSAA a dokumentací zkušebního plánu. Pro munici a připojené zařízení použít následující zkušební posloupnost:
- (1) Pokud to požaduje zkušební plán, provést funkční zkoušky elektrických/elektronických podsystémů před a po zkoušce.
 - (2) Pokud to požaduje zkušební plán, zaznamenat výsledky měření odporu EID před a po každé zkušební posloupnosti.
 - (3) Uložit zkoušené vzorky munice a připojených systémů v prostředí se správnou teplotou a relativní vlhkostí.
 - (4) Umístit zkoušenou munici a/nebo připojené systémy takovým způsobem, že hrozba se může směřovat do prvního navrženého zkušebního bodu.
 - (5) Použít zkušební výboj do prvního navrženého zkušebního bodu podle zkušebního plánu.
 - (6) Pokud to požaduje zkušební plán, provést měření odporu každého EID.
 - (7) Přemístit munici a/nebo připojené systémy tak, aby bylo možno hrozbu směřovat do dalšího zkušebního bodu a opakovat kroky 5) až 7) pro každý další zkušební bod.
 - (8) Po uvedení simulačního hardware a zkoušené položky do zabezpečeného stavu, zjistit funkčnost a/nebo bezpečnost podle zkušebního plánu.
 - (9) Opakovat výše uvedené kroky pro každý vzorek munice nebo, pokud se použije stejný vzorek, požadovaný počet zkušebních posloupností podle zkušebního plánu.

17.5.5 Zkušební protokol

- a) Po dokončení zkoušek se musí vypracovat zkušební protokol, který musí obsahovat minimálně následující položky:
- (1) Všechny předchozí zkoušky a výsledky.
 - (2) Všechny odchylky od zkušebního plánu s výkladem a zdůvodněním.
 - (3) Typ prováděných kontrol před, během a po zkoušce ESD.
 - (4) Úplný popis ESD simulačního hardware s parametry obvodů rozměry sond použitých při zkouškách.
 - (5) Popis použitého kalibračního postupu zařízení pro generování ESD.
 - (6) Dokumentaci kalibračního průběhu.

- (7) Výsledky zkoušek prováděných v každém zvoleném zkušebním bodě a platnost pro různé teploty a relativní vlhkost.
 - (8) Výsledky provozních kontrol před a po zkouškách (zaznamenat významné změny).
 - (9) Záznam odporů EID před a po každé sérii zkoušek.
 - (10) Analýzu, závěry a doporučení provedené na základě splnění/nesplnění kritérií a výsledků zkoušek (v některých případech se požadují samostatné závěry pro hrozby způsobené osobami a/nebo pro hrozby způsobené provozem vrtulníku).
- b) Pokud analýza susceptability munice a/nebo připojených elektrických/elektronických podsystemů indikuje, že systém není susceptibilní na hrozbu ESD specifikovanou v [1], nebo že se hrozba nemusí uvažovat, může NSAA ESD zkoušky zrušit. Místo zkoušek se ve zkušebním protokolu provede podrobná analýza.

ČOS 051627
5. vydání
Změna 1
Kategorie 508/2

(VOLNÁ STRANA)

PŘÍLOHY

NÁVOD NA PROVÁDĚNÍ HODNOCENÍ A ZKOUŠEK ESD

A.1 Úvod

Příloha poskytuje návod na provádění hodnocení ESD hrozby zbraňovým systémům a provádění ověřovacích zkoušek systémů. Hodnocení se provádí na základě konstrukce zbraňového systému a susceptibility zbraňového systému a jeho částí na ESD.

Návod se poskytuje pro určení potřeby zkoušek, uspořádání zkušebního hardware a volby zkušebních míst.

Techniky jsou určeny pro ověřování systémů ESD simulačním hardware. Při provádění zkoušek se musí určit vliv vzdušné a povrchové vlhkosti (nebo pouze jedné) na zkušební položku.

ESD simulační techniky používané při ESD zkouškách používají standardní kalibrační zátěž a popisují vliv geometrie sondy v šířce pásma standardní zátěže a signálu z analýzy hardware.

Nakonec se uvádí techniky pro vyhodnocení zkušebních údajů a statistický význam počtu provedených zkoušek pro jednotlivé komponenty.

A.2 Účel

Příloha se zaměřuje na hodnocení nebezpečí ESD spojeného s hrozbou vytvářenou osobami nebo provozem vrtulníku. Takové hodnocení může mít závěr, že se zkoušky ESD nevyžadují, ale ve většině případů zkoušky ukáží susceptibilitu zbraňového systému (nebo připojeného podsystému) na hrozbu způsobenou osobami nebo provozem vrtulníku.

V účelu této části/přílohy není zahrnuta ESD hrozba spojená s elektrickými náboji, které se mohou vytvářet na povrchu zbraňového systému vlivem separace náboje spojené s pohybem zbraňového systému (nebo připojeného podsystému) s ohledem na nevodivé vycpávky a obaly v přepravních kontejnerech nebo vlivem letu vzduchem a mlhou. Pokud je třeba s takovými hrozbami počítat, pak se musí provést vyhodnocení nebezpečí a možnost provedení zkoušek.

A.3 Vyhodnocení nebezpečí

A.3.1 Všeobecně

Analýza zbraňového systému a připojeného podsystému se musí provést pro určení potenciální susceptibility na ESD spojené s provozem, který se může vyskytnout během životního cyklu zbraňového systému. Tyto analýzy se musí zaměřit na položky, které ovlivňují bezpečnost a vhodnost použití a musí se schvalovat národní autoritou. Analýza se musí soustředit na přezkoumání zapalovacího obvodu, citlivosti EID a/nebo elektronických podsystémů a přezkoumání konstrukčních podrobností. Přezkoumání musí obsahovat propojovací schémata, přehled materiálu a spojování kostřičního systému s vodivými částmi.

A.3.2 Požadované údaje

K posouzení susceptibility zbraňového systému a/nebo připojených podsystémů na ESD se požadují následující údaje.

- a) Posoudit se musí úplný popis typu a specifikace návrhu zbraňového systému nebo munice.
- b) Výkresová dokumentace musí obsahovat minimálně:
 - 1) Schémata.
 - 2) Konstrukční detaily.
 - 3) Umístění a typ EID a dalších explozivních částí, které jsou součástí zbraňového systému.
 - 4) Materiály použité k výrobě těla zbraňového systému.
 - 5) Spojení mezi částmi zbraňového systému, rozměru a umístění otvorů. V případě zkoušek ESD vrtulníků je také nutné dodat výkresovou dokumentaci zásobníků a zbraňových kontejnerů.
- c) Specifické podrobnosti požadované pro EID, použité nebo předpokládané pro použití ve zbraňovém systému musí obsahovat:
 - 1) Popis EID.
 - 2) Elektrické charakteristiky. Elektrické charakteristiky představují odpor nízkoodporového můstku (pokud je použit) a prahovou hodnotu, při které nedochází k inicializaci (NFT), vyjádřenou v jednotkách energie, výkonu proudu nebo napětí. Tyto prahové úrovně se musí definovat a odvodit podle požadavků STANAG 4560 a AOP-43. Požaduje se také postup použitý při odvozování prahových úrovní. Pro ESD citlivost jsou základní parametry energie NFT a odpor nízkoodporového můstku.
- d) Podrobnosti o všech elektrických/elektronických podsystémech, které jsou spojeny s inicializací EID a jejichž porucha může ovlivnit zbraňový systém tak, že není použitelný.

A.3.3 Posuzování

Analýza susceptibility na ESD musí začínat popisem životního cyklu (z hlediska ukládání a instalace) vhodného pro zbraňový systém. Popis životního cyklu poskytne informace, nutné pro identifikaci ESD hrozeb, se kterými se musí počítat a uspořádání zbraňového systému (nebo podsystémů) vhodného z hlediska hrozeb. Jak bylo uvedeno dříve, uspořádání použité pro analýzu a/nebo zkoušku ESD zbraňového systému nebo podsystému se musí určovat na základě životního cyklu (uspořádání při ukládání a instalaci) zbraňového systému. V průběhu ESD hodnocení se musí uvažovat všechna uspořádání zbraňového systému a spojených podsystémů, kdy se může vyskytnout ESD hrozba, která může mít vliv na jejich bezpečnost nebo provoz. V případě použití ve vrtulníku se musí uvést posouzení zabaleného/rozbaleného stavu.

Hodnocení susceptibility zbraňového systému na ESD je nutné pro získání konstrukčních detailů pro uvažovaná uspořádání a informace o susceptibilitě speciálních součástí na ESD jako jsou např. připojená EID, pyrotechnika, výbušné látky, trhaviny, kritické elektronické podsystémy a další. Tyto konstrukční detaily a nákresy musí uvádět vhodné informace pro určení stínící účinnosti krytů, rozměry

a konstrukci všech otvorů při uspořádání (nebo přepravních kontejnerů tam kde se používají), spojování jednotlivých částí a jejich spojení s elektrickou referenční zemí.

Přehled konstrukčních detailů a schémat bude sloužit k identifikaci míst, ve kterých spojování a stínění zajišťuje, že potenciálně citlivé součástky nebudou ovlivňovány. Dále se musí identifikovat místa a uspořádání, která jsou kritická z hlediska bezpečnosti a provozu. Veškeré předchozí údaje ze zkoušek ESD susceptability se musí použít pro určení, zda jsou zkoušky nutné. Zbraňové systémy a jejich připojené podsystémy, které nemají vodivý povrch, se musí analyzovat z hlediska zajištění, že body ve kterých může dojít k ESD hrozbě nebudou mít vliv na poškození struktury.

ESD hrozba spojená s nábojem generovaným na nevodivém povrchu zbraňového systému není předmětem tohoto dokumentu. I když ESD hodnocení musí tuto hrozbu uvažovat, v případě použití přepravních skříní vyrobených z nevodivých materiálů.

POZNÁMKA Munice s takovým obalem a balením se stále více požaduje a vyžaduje se tedy splnění požadavků na elektrostatický výboj vytvářený osobami nebo ve vrtulníku.

Pokud byla určena účinnost stínění uvažovaného zařízení, je nutné vyzkoušet vliv kontaktního výboje. V případě vodivých povrchů se hrozba eliminuje z hlediska nebezpečí předmětu tohoto dokumentu. Zbraňové systémy a jejich připojené podsystémy, které nemají vodivý povrch, se musí analyzovat z hlediska zajištění, že body ve kterých může dojít k ESD hrozbě nebudou mít vliv na poškození struktury.

Proud, indukovaný do sousedních obvodů při elektrostatickém výboji (ESD), se může minimalizovat použitím hardware pro potlačení přechodových jevů. Účinnost instalace hardware pro potlačení přechodových jevů se musí analyzovat z hlediska reakce na širokopásmové elektromagnetické impulzy, které se při elektrostatickém výboji produkují. Je třeba si uvědomit, že použití hardware pro potlačení přechodových jevů nezaručuje necitlivost položky na ESD zvláště v případě napětí nižších než 25 kV pro náboj produkovaný osobami nebo 300 kV pro náboje ve vrtulníku. Na základě předchozích úvah je třeba rozhodnout o provedení zkoušek. Rozhodnutí o neprovádění zkoušek musí schválit NSAA.

A.4 Pokyny ke zkouškám

A.4.1 Úvod

Tento článek přílohy poskytuje doporučení pro položky, které je třeba zvážit k provedení ESD zkoušek. Doporučení musí obsahovat dobu aklimatizace, výběr zkušebních míst, techniky použité pro přenos energie, tvar elektrody a počet položek nutných pro zkoušky.

AECTP-501 [2] se zaměřuje na techniky určené pro zkoušky leteckých systémů, se kterými je možno ručně manipulovat za podmínek, které jsou mnohem méně nebezpečné než ty, které se požadují v [1]. Tyto techniky se ovšem mohou použít s vyššími úrovněmi napěťového výboje, než se požaduje v [1].

A.4.2 Doba aklimatizace

Zkušební požadavky vyžadují, aby se zkoušené položky aklimatizovaly nejméně 24 hodin při teplotě $(25 \pm 10) ^\circ\text{C}$. Některé součásti zbraňových systémů mohou být mnohem citlivější na ESD hrozbu při nižších teplotách. Pokud se v životním cyklu zbraňového systému nebo jeho součástí vyskytne možnost vystavení nižším

teplotám, doporučuje se, aby se položky zkoušely při těchto teplotách, pokud je podezření, že by položky mohly být při těchto teplotách citlivější na tvorbu elektrostatického náboje nebo na elektrostatický výboj.

Dále se požaduje, aby tam kde je to možné, se ESD zkoušky prováděly při relativní vlhkosti, která je menší než 60 %. Doporučuje se také aklimatizace zkoušených položek v takovém prostředí po dobu nejméně 24 hodin. Pokud je to možné, doporučuje se provádět ESD zkoušky v prostředí s co nejmenší možnou relativní vlhkostí, ale < 60 %. Pokud nebyly zkoušené položky aklimatizovány v prostředí s nízkou relativní vlhkostí, může vlhkost obsažená ve vzduchu na jejich povrchu (nebo pod povrchem) kondenzovat. Taková vrstva může vytvářet vodivý povrch a může sloužit jako ochrana položky při zkoušce.

A.4.3 Volba zkušebních míst

Volba míst, kam se bude přivádět zkušební výboj, se musí provádět za použití vyhodnocení nebezpečí (viz článek A.3 této přílohy). Volba zkušebních míst se musí provádět na základě identifikace potenciální citlivosti buď průnikem, nebo vybuzením ve zkušebním místě s vnitřním rozložením energie.

A.4.4 Technika přenosu energie

A.4.4.1 Geometrie elektrody

Geometrie vybíjecí sondy je důležitým aspektem účinnosti hardware simulace hrozby při přenosu energie uložené v kondenzátoru(ech). Malý poloměr zakřivení (tj. ostřejší hrot) umožňuje větší koncentraci elektrického pole na hrotu. Energie uložená v kondenzátoru hardware simulace hrozby se přenáší na vybíjecí sondu a může se vyskytnout ionizace. Ostřejší body vykazují větší únik při nižších napětích, vlivem koncentrace siločar elektrického pole. Protože elektrody kulovitěho typu s větším poloměrem zakřivení vykazují menší ionizaci, doporučuje se pro výbojové sondy tento tvar.

POZNÁMKA Je třeba si povšimnout, že pro vzduchový výboj náboje vytvářeného osobami se musí použít elektroda uvedená na obrázku 508/2-3. Povrch elektrody se musí udržovat hladký, čistý a lesklý, aby se dosáhlo vysoké elektrické vodivosti a rovnoměrného rozložení náboje.

Tvar elektrody pro kontaktní výboj je méně důležitý. Použitá elektroda se musí popsat v dokumentaci.

Pro náboj tvořený ve vrtulníku se tvar elektrody volí na základě uvažované hrozby a použité technice přenosu energie. Použití elektrody se musí zdokumentovat jako součást ESD zkušebního zařízení.

A.4.4.2 Technika spínání

V minulosti existovalo několik technik pro spínání simulované ESD hrozby nábojem tvořeným osobami. Nejčastěji používané techniky jsou výboj přes mezeru buď přibližováním sondy, nebo za použití pevné mezery a kontaktní výboj.

- a) Výboj přes mezeru (pevná mezera nebo přibližovací sonda) se často specifikují zkušební laboratoři, protože mají většinou bohaté zkušenosti. Jiskření může produkovat elektrické a mechanické poškození, zatímco při kontaktním výboji se produkuje pouze elektrické poškození. Mezi jednotlivými zkušebními stimuly může být velký rozdíl, protože se část

energie ztrácí při ionizaci mezery. Použití kontaktní elektrody, která produkuje vnitřní mezeru jiskření, poskytuje mnohem lepší kontrolu při vazbě hrozby se zkoušenou položkou a ve zvoleném zkušebním bodě.

- 1) Přibližování sondy. Pokud se provádí zkoušky ESD hrozby generované osobou přibližováním sondy, musí se přibližování sondy s elektrodou směrem ke zkoušené položce řídit (např. elektrickým motorem). Energie se přenáší do sondy těsně před okamžikem pohybu. Tato technika simuluje skutečný výboj vzduchem. Počáteční vzdálenost a rychlost přibližování se musí ovládat, pro zajištění, aby se významná část energie neztratila před výbojem zajištění srovnatelné dodávané energie při výbojích. Vzdálenost mezi sondou a přesným místem zkoušené položky nemusí být opakovatelná a to je důvod, proč se vyžadují násobné zkoušky. Některé národní zkušebny používají tuto techniku, která je mnohem realističtější, i když energie ztracená v mezeře snižuje energii přenesenou do zkoušené položky.
 - 2) Výboj přes pevnou mezeru. Pokud se provádí zkoušky ESD hrozby generované osobou, technikou pevné mezery, umístí se sonda v požadovaném zkušebním místě ve vzdálenosti, která umožňuje výboj do zkoušeného objektu. Tato technika má mnohem vyšší opakovatelnost než technika přibližování sondy, ale je méně reálná než při skutečné situaci. Používá se pouze tehdy, když je třeba vyhodnotit susceptibilitu, která v praxi představuje významné riziko.
- b) Dotykový výboj při provádění zkoušek ESD hrozby vytvářené osobami používá techniku kontaktního výboje, kdy se sonda umístí tak, že je v přímém kontaktu se zkoušenou položkou. Tak se do zkoušené položky přenesou nejvíce energie a zajistí se tak vysoká opakovatelnost kalibrace a při výboji do vodivého i nevodivého povrchu. Je to také nejlepší metoda přivedení výboje přesně do konkrétního zkoušeného místa, zvláště takových, které mají malé rozměry, jako jsou např. kontakty nebo malé nevodivé plošky (např. antény v indukčních zapalovačích). Z tohoto důvodu se ve většině národních zkušebních laboratořích používá tato technika, protože se do zkušebního bodu přenesou téměř veškerá energie výboje a vytváří se tak realistický scénář výboje i když při použití této techniky se vyžaduje mnohem přesnější určení nejpravděpodobnějších a citlivých míst.

A.4.4.3 V případě externí přepravy vrtulníkem se používaly pro simulaci ESD hrozby dvě techniky.

- a) Nabití zkušební položky zkušebním napětím (např. 300 kV) a pak přiblížení zemnicí hůlky do blízkosti zkušebního bodu, ve kterém se požaduje výboj. Při přiblížení zemnicí hůlky k nabitě zkušební položce se vygeneruje jiskřivý výboj. Při tomto postupu je velmi obtížné přesné umístění zdroje jiskření.
- b) Použití Marxova generátoru. Toto je nejpoužívanější technika. V tomto případě se velmi často dotyková elektroda připojí ke zkoušené položce v místě požadovaného výboje. Spuštění jiskření se provádí přerušením mezi stupni Marxova generátoru. V tomto případě se velmi snadno provádí umístění výboje. I když při této metodě se musí opatrně volit

zkušební místa pro zajištění, že zkouška bude mít očekávaný efekt (musí se např. uvažovat geometrie zkoušeného zařízení). Také vlivem pevné mezery v generátoru může být přenášená energie různá v případě přibližování elektrody.

A.4.5 Počet zkoušených vzorků

Počet zkoušených vzorků je důležitý pro posouzení významnosti výsledků ESD zkoušky. Protože mnoho ESD zkoušek se hodnotí stylem prošel/neprošel, je možno výsledky hodnotit pouze statisticky. Navíc se normální statistické rozložení při takovém typu zkoušky a důvěra ve výsledky zkoušek výbušných součástek snižuje faktem, že mezi součástkami může být velké množství rozdílů. Proto je pouze malá důvěra dávana faktu, že jedna zkoušená položka přežila hrozbu. Tabulka 508/2-A1 uvádí počet vzorků nutných k tomu, aby 50 % položek bylo na hrozbu necitlivých (s 50 % konfidenční úrovní). Jak je uvedeno v tabulce 508/2-A1, když se použije 10 zkušebních vzorků, zvýší se konfidenční úroveň na 80 % a spolehlivost, že položka je necitlivá, se zvýší na 85 %. Pro 22 zkušebních položek se konfidenční úroveň a spolehlivost zvýší na 90 %.

A.4.6 Počet a parametry výbojů do zkušebních bodů

Počet a parametry výbojů jsou důležité pro korektní výsledky zkoušek. Zkušenosti ukazují, že v některých případech jednotlivé výboje nemají žádný negativní vliv, zatímco násobné výboje mohou mít za následek poškození nebo snížení bezpečnosti. Výsledky ovlivňují také napětí, polarita a použitý rezistor. V některých případech mohou menší napětí, obrácená polarita nebo jiný rezistor (a tedy i jiná délka a tvar impulzu), způsobit poškození nezjištěné dříve.

Počet výbojů a jejich posloupnost bude mít velký vliv na dobu potřebnou pro zkoušky. U velkého množství munice není třeba ověřovat všechny parametry (5 napětí, 2 polarita 2 rezistory a násobné výboje) v každém zkušebním místě. Místo toho se musí provést vhodný výběr a omezený počet výbojů pro jednotlivé zkušební body. Posouzení susceptibility a zkušební plán musí identifikovat počet vzorků a zkušební parametry pro specifické zkoušené položky. Příklad zkušební posloupnosti je uveden v tabulce 508/2-A2.

TABULKA 508/2-A1 – Počet bezchybných zkoušek požadovaných pro demonstraci spolehlivosti a různých konfidenčních úrovní

Spolehlivost (%)	Konfidenční úroveň (%)						
	50	60	70	80	90	95	99
99	69	92	120	160	229	298	459
95	14	18	24	31	45	58	90
90	7	9	12	15	22	29	44
85	5	6	8	10	15	19	29
80	3	4	6	7	11	14	21
75	3	4	5	6	8	11	16
70	2	3	4	5	7	9	13
65	2	2	3	4	6	7	11
60	2	2	3	4	5	6	9
50	1	2	2	3	4	5	7

TABULKA 508/2-A2 – Příklad zkušební posloupnosti

Zkouška každých 50 % vzorků	500 Ω	5 000 Ω
Výboj v každém zkušebním místě každého zkoušeného vzorku	1× ± 5 kV 1× ± 10 kV 1× ± 15 kV 1× ± 20 kV 1× ± 25 kV	1× ± 5 kV 1× ± 10 kV 1× ± 15 kV 1× ± 20 kV 1× ± 25 kV
Celkový počet výbojů v každém zkušebním místě	18	18

A.5 Kalibrace simulačního hardware

A.5.1 Úvod

V požadavcích na zkušební vybavení se požaduje, aby se simulátor hrozby, použitý pro zkoušky zbraňového systému pro ESD hrozbu před a po zkouškách kalibroval. Následující odstavce poskytují návod pro kalibraci simulátoru hrozby.

A.5.2 Kalibrační zátěž

Kalibrační zátěž uvedená na obrázcích 508/2-A1 a 508/2-A2 musí být koaxiální s rezistorem 1 Ω mezi středním vodičem a stíněním. Alternativně se může použít zkouška s koaxiální zátěží 2 Ω popsaná v [3]. Výstup hardware simulátoru hrozby použitého při zkoušení ESD hrozby generované osobami se musí zaznamenat při výboji do kalibrační zátěže. Odpor kalibrační zátěže musí být lineární v kmitočtovém rozsahu od DC až 100 MHz.

Není uvedena žádná zkušební zátěž pro použití při zkouškách hrozby externí přepravy vrtulníkem. Zkušební zátěž použitá při záznamu kalibračního průběhu se musí popsat ve zkušebním protokolu.

A.5.3 Přijatelný kalibrační postup

A.5.3.1 Úvod

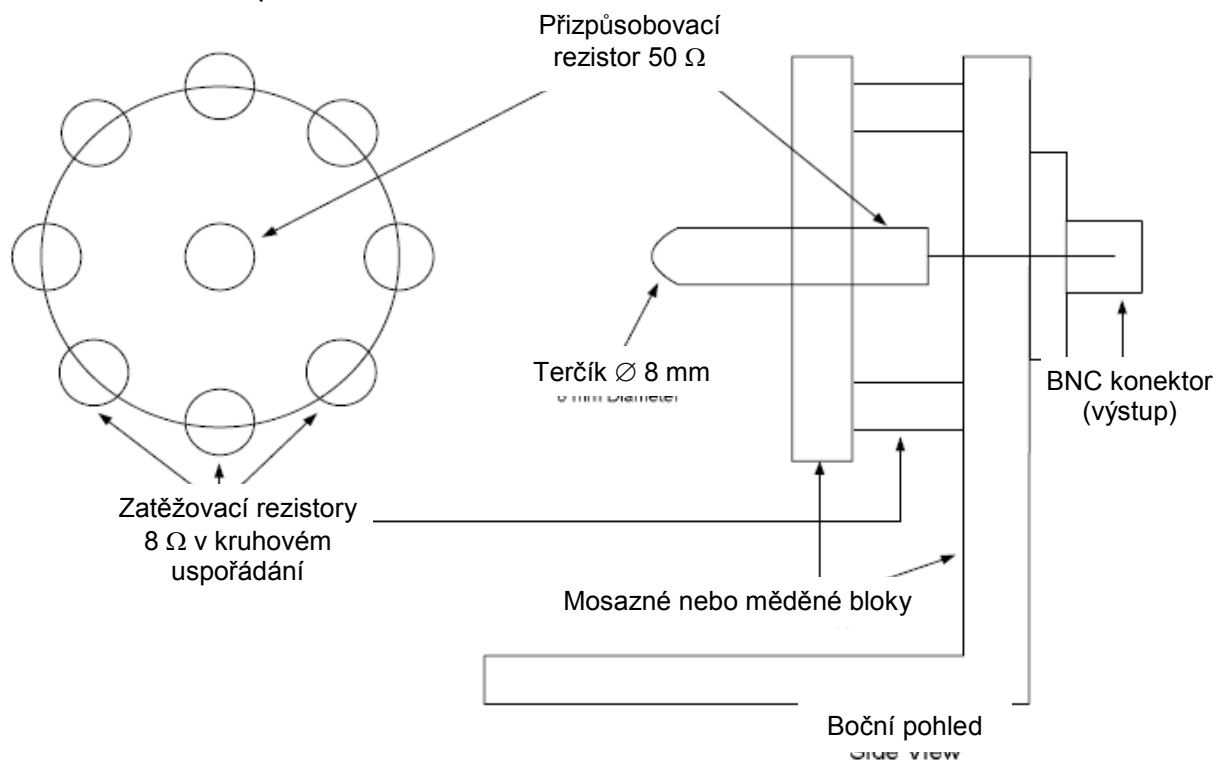
Kalibrační postup popsany níže se může použít pro simulační hardware hrozby používaný pro hrozbu vytvářenou osobami a externím transportem ve vrtulníku.

A.5.3.2 Kalibrační postup hrozby vytvářené osobami

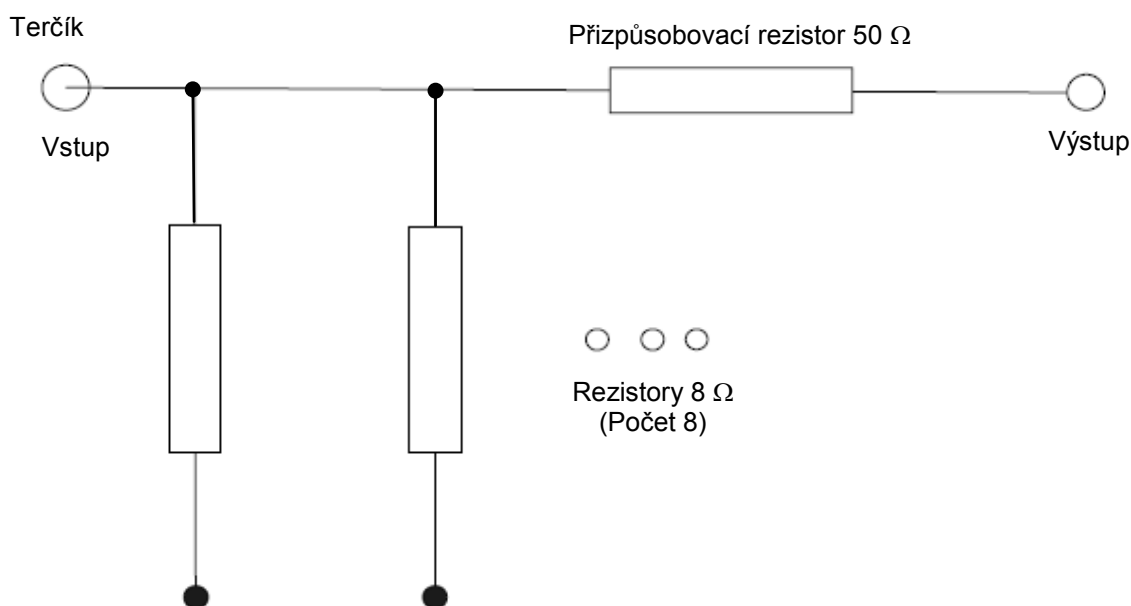
Výstupní elektroda simulačního hardware hrozby se musí dotýkat kalibrační zátěže. Měření průběhu se musí provádět při obou polaritách s úrovní 10, 15, 20 a 25 kV. Výstup kalibrační zátěže se musí přivést (za použití zakončovacích a/nebo útlumových členů 50 Ω) přímo do záznamového zařízení s kmitočtovým rozsahem DC až 500 MHz. Typický obvod je uveden na obrázku 508/2-A3 a zkušební průběh je uveden na obrázku 508/2-A4. Vzestupná hrana musí být typicky kratší než 15 ns. Protože ve skutečných zkušebních obvodech se může vyskytnout jev označovaný jako „ringing“, hladký průběh uvedený na obrázku 508/4-A4 se nevyskytuje často. Typičtější je průběh uvedený na obrázku 508/2-A5.

A.5.3.3 Kalibrační postup hrozby vytvářené externím transportem ve vrtulníku

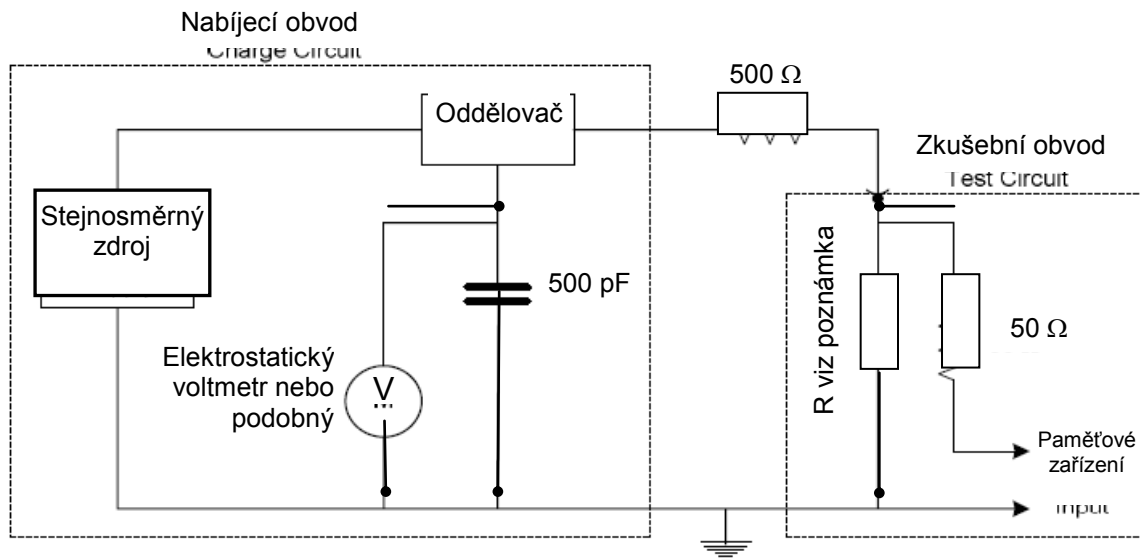
Kalibrační postup použitý pro ověření simulačního hardware hrozby generované externím transportem ve vrtulníku může vytvořit zkušební zařízení, které se použije při provedení zkoušky. Použité kalibrační postupy se musí popsat ve zkušebním protokolu spolu s výstupním průběhem simulačního hardware hrozby, zaznamenaného v průběhu kalibrace.



OBRÁZEK 508/2-A1 – Provedení standardní kalibrační ESD zátěže

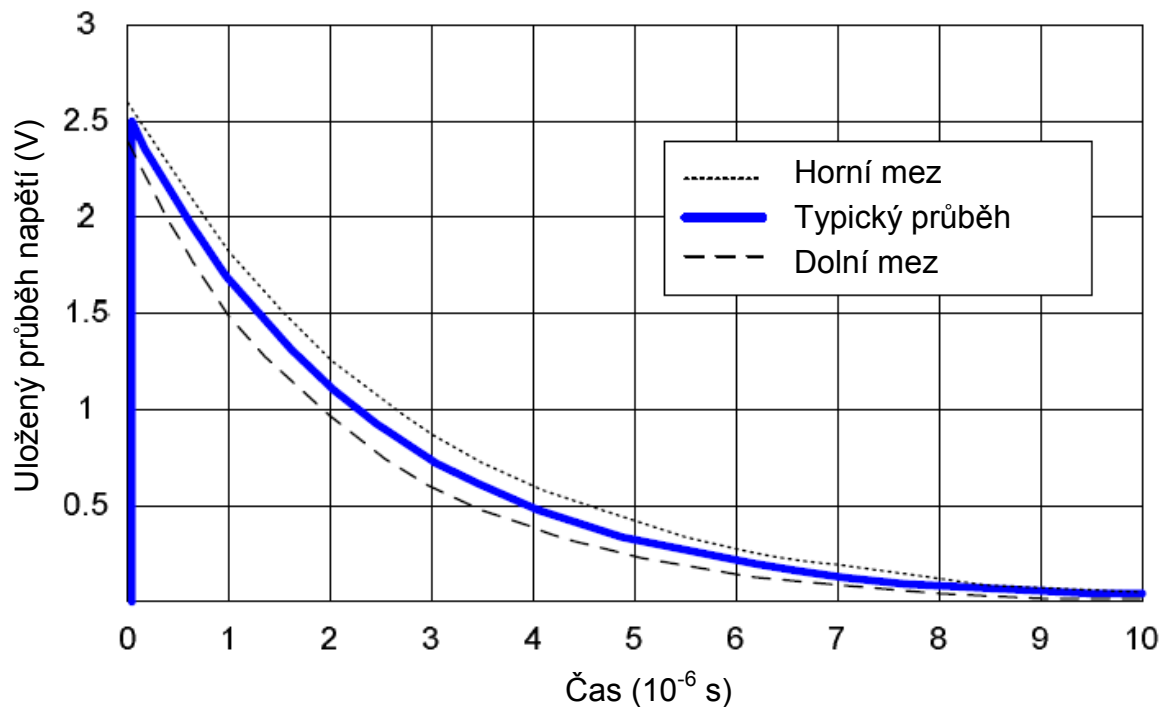


OBRÁZEK 508/2-A2 – Elektrický model standardní ESD zátěže

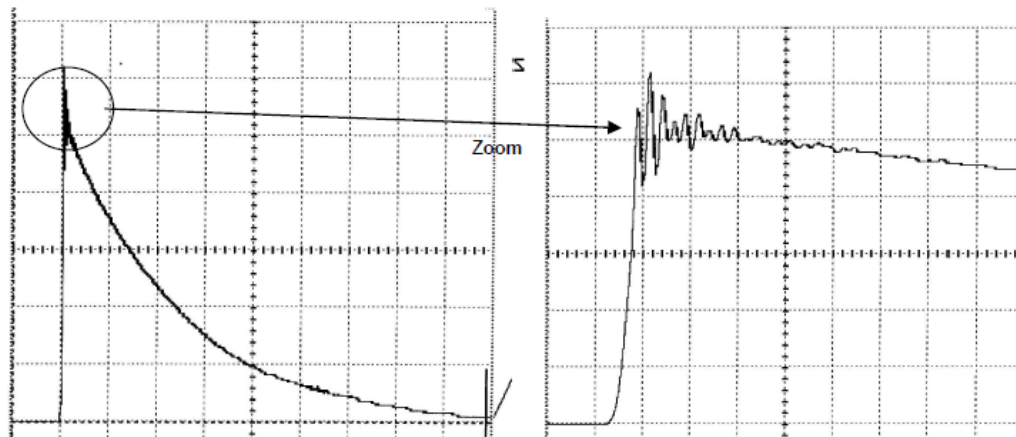


Hodnota rezistoru R může být 1 nebo 2 Ω

OBRÁZEK 508/2-A3 – Kalibrační obvod průběhu ESD vytvářeného osobami



OBRÁZEK 508/2-A4 – Typický průběh ESD



OBRÁZEK 508/2-A5 – Typický zkušební průběh ESD

18 KATEGORIE 508 ČÁST 3 – ZKUŠEBNÍ POSTUPY PRO NEBEZPEČNÉ VYZAŘOVÁNÍ Z HLEDISKA VÝZBROJE

18.1 Související dokumenty

18.1.1 Normativní

- [1] AECTP-258 RADIO FREQUENCY ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTS
RF elektromagnetické prostředí (EME)
- [2] AECP-2 NATO NAVAL RADIO AND RADAR RADIATION HAZARDS MANUAL
Příručka vojenského námořnictva NATO k nebezpečí z rádiového a radiolokačního vyzařování

18.1.2 Informativní

- AOP-38 SPECIALIST GLOSSARY OF TERMS AND DEFINITIONS ON AMMUNITION SAFETY
Specializovaný slovník termínů a definic pro oblast bezpečnosti munice
- STANAG 4238 MUNITION DESIGN PRINCIPLES, ELECTRICAL/ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTS
Principy konstrukce munice, vlivy elektrického a elektromagnetického prostředí
- STANAG 4560 ELECTRO-EXPLOSIVE DEVICES, ASSESSMENT AND TEST METHODS FOR CHARACTERIZATION – AOP-43 EDITION 3
Metody hodnocení a zkoušení pro určení charakteristik elektricky rozněcovatelných prostředků – AOP-43 Edice 3
- MIL-HDBK-240 HAZARDS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION TO ORDNANCE (HERO) TEST GUIDE
Návod pro zkoušky HERO

18.2 Zkratky

V této části se používají následující zkratky:

Zkratka	Název v originálu	Český název
BCI	Bulk Current Injection	injektáž proudu do kabelového svazku
BCM	Bulk Current Monitoring	monitorování proudu v kabelovém svazku
BW	Bridge Wire	nízkoodporový můstek
CC	Conductive Composition	vodivý kompozitní materiál
DC	Direct Current	stejnoseměrný proud
DFM	Direct Field Measurement	přímé měření pole
EID	Electrically-Initiated Device	elektricky rozněcovatelné zařízení

Zkratka	Název v originálu	Český název
EMR	Electromagnetic Radiation	elektromagnetické vyzařování
EME	Electromagnetic Environment	elektromagnetické prostředí
ERM	Electrically Representative Material	elektricky reprezentativní materiál
ESD	Electrostatic Discharge	elektrostatický výboj
FO	Fibre Optic	optické vlákno
FR	Frequency Range	kmitočtový rozsah
HAP	Assessment Program HERO	vyhodnocovací program HERO
HAR	Assessment Report HERO	vyhodnocovací protokol HERO
HERO	Hazards of Electromagnetic Radiation to Ordnance	nebezpečné elektromagnetické vyzařování z hlediska výzbroje
HERODA	HERO Design Analysis	analýza návrhu z hlediska HERO
IUT	Item Under Test	zkoušená položka
MAE	Maximum Allowable Environment	maximální povolené prostředí
MDC	Minimum Detected Current	minimální detekovatelný proud
MDS	Minimum Detected Stimulus	minimální detekovatelný stimul
MNFS	Maximum No Fire Stimulus	maximální bezpečný impuls
NAA	National Acceptance Authority	národní schvalovací autorita
NFT	No Fire Threshold	prahová hodnota, při které nedojde k roznětu
RADHAZ	Radio and Radar Radiation Hazards	nebezpečné elektromagnetické vyzařování
RF	Radio Frequency	rádiový kmitočet
RMS	Root Mean Square	efektivní hodnota
SF	Safety Factor	bezpečnostní faktor
SM	Safety Margin	bezpečnostní rezerva
SOP	Safety standard operating procedures	bezpečný postup standardního provozu
SRAD	Susceptibility RADHAZ Designator	kód citlivosti RADHAZ
TP	Test Plan	zkušební plán
TS	Test Schedule	zkušební harmonogram

18.3 Cíl

Cílem této části je definovat postupy hodnocení a zkušební metody, které se používají při určování bezpečnosti a vhodnosti použití munice, která obsahuje elektricky rozněcovatelné zařízení (EID) a připojené elektrické/elektronické podsystémy, které jsou vystaveny elektromagnetickému prostředí (EME) pro síly NATO. Vliv EME na výzbroj a zbraňové systémy, které obsahují elektricky rozněcovatelná zařízení (EID) se běžně označuje jako „Nebezpečné elektromagnetické vyzařování z hlediska výzbroje“ (HERO).

18.4 Použití a požadavky

18.4.1 Použití

Tato část se může použít pro každou municí nebo zásobník, který obsahuje EID a jejich připojené elektrické/elektronické systémy. Pokrývá všechny fáze životního cyklu včetně ukládání, přepravy, manipulace, naložování, vyloďování, zkoušek, ukládání do zbraňové platformy, ukládání ve zbraňové platformě, příprava (včetně seřizování, programování nebo podobných činností při ukládání), odpálení a zneškodňování. Tato dohoda se musí použít pro takovou municí, která je umístěná v bezpečné vzdálenosti od odpalovací platformy s výjimkou vzdušných a povrchu vodičem naváděných střel, které se musí použít od místa odpálení až po cíl. Dohoda také pokrývá odpalovací zařízení s výjimkou těch, které jsou pokryty jinými dokumenty STANAG.

18.4.2 Požadavky

Veškerá munice, která obsahuje EIR se musí vyhodnotit z hlediska ujištění, že EID není možno aktivovat nezamýšleným způsobem nebo nedojde k jeho poškození po vystavení očekávanému provoznímu EME. Shoda s požadavky se musí ověřit zkouškou pro demonstraci, že se dosáhlo odpovídající bezpečnostní rezervy. Ověření se musí týkat celého životního cyklu systému nebo fází S4 a běžnému provozu za použití všech aspektů nebo provozních fází.

18.5 Zkoušky

18.5.1 Podklady

18.5.1.1 Zdroje elektromagnetického vyzařování

Při manipulaci a rozmisťování munice se může vyskytnout celá řada zdrojů elektromagnetického vyzařování (EMR). AECTP-258 [1] definuje minimální návrh elektromagnetického prostředí (EME) (pro pozemní, námořní a letecké síly), které může národní nákupní orgán očekávat a na základě kterých se musí stanovit požadavky pro bezpečné používání munice a materiálu v prostředí NATO v celém životním cyklu. Úrovně EME uvažované v této části se mohou generovat různými zdroji vyzařování, ale obecně se jedná o následující zdroje:

- a) Rádiové a radiolokátorové vysílače, pracující v kmitočtovém pásmu 200 kHz až 45 GHz ať už civilní nebo vojenské, které existují mimo platformu, systém nebo zařízení. Vysílače mohou být určeny pro námořní, letecké nebo pozemní složky a mohou být pevné, mobilní nebo přenosné.
- b) Rádiové a radiolokátorové vysílače umístěné na platformě, systému nebo zařízení.

18.5.1.2 EID

- a) EID provádí různé funkce, jako je např. roznět raketových motorů, adjustaci a odpálení bojových hlavic, výmet hliníkových pásků a osvětlovacích raket, roznět táhlých náloží, zpomalovačů nebo termálních baterií. HERO se zvyšuje, když se některá z výše uvedených funkcí spustí neočekávaně nebo předčasně, jako výsledek vystavení RF energii. Existují dvě potenciální formy neočekávané reakce EID na indukovanou RF energii:

- (1) Aktivace rozněcovatelného zařízení RF energií, která se naváže přímo do zařízení (ať už je napájené nebo nenapájené) nebo způsobí poruchu napájeného rozněcovacího obvodu jako výsledek odeslání chybného odpalovacího signálu do EID.
 - (2) Poškození (dudding) rozněcovatelného zařízení přímo vázanou RF energií.
- b) V prvním případě může mít nezamýšlená aktivace EID vliv na bezpečnost (předčasný roznět výbušného materiálu) nebo na spolehlivost (např. již jednou roznícené zařízení nemůže provádět požadovanou funkci, způsobí tedy, že systém není schopen splnit bojový úkol. Ve druhém případě způsobí přítomnost RF energie v EID, změnu zážehových vlastností (bez skutečného odpálení zařízení) tak, že zařízení je v případě zamýšleného odpálení nefunkční.

18.5.1.3 Program hodnocení HERO (HAP)

Účelem HAP je ověřit že odolnost HERO munice se zjistila a demonstrovala odpovídajícím způsobem. HAP musí začínat již ve fázi návrhu projektu a musí se provádět hodnocením a zkouškami. Musí se sledovat a pokud je to nutné, musí se měnit a přidávat v průběhu celého trvání projektu. Je velmi důležité, aby HAP zachytil celý životní cyklus ochrany, který se může měnit s časem nebo použitím (stínící vlastnosti materiálu, RF těsnění atd.). Tam kde je to nutné se musí provádět odpovídající údržba a zkoušky. Hodnotící program musí požadovat následující informace. Tyto mohou být součástí protokolu hodnocení HERO, nebo se mohou uvádět ve zvláštním dokumentu podle národních zvyklostí. Vyžaduje se úplný soubor informací, aby se zajistilo, že se provede úplné hodnocení. Při absenci hodnocení/zkoušek nebo údajů o susceptibilitě (tj. bez definování maximálního povoleného prostředí (MAE), nebo kódů pro označení susceptibilitu na RADHAZ (SRAD)) je obtížné poskytnout odpovídající návod pro zajištění bezpečného provozu. Příloha B definuje maximální úroveň EME pro libovolnou municii v případě, že nejsou k dispozici údaje MAE nebo údaje o susceptibilitě nebo pro položky, které se nehodnotily z hlediska HERO. Tato prostředí se mohou použít pro definování MAE, které vysílač může emitovat a které nemají vliv na funkci elektricky iniciované munice s neznámou susceptibilitou.

18.5.1.4 Hodnocení HERO

Analýza a zkoušky z hlediska HERO se používají pro určení, zda EID a/nebo připojené elektrické/elektromagnetické systémy budou bezpečné a spolehlivé ve všech fázích svého životního cyklu, když budou vystaveny elektromagnetickému prostředí, které se předpokládá při operacích NATO. Při hodnocení a zkouškách se musí uvažovat systém jednak v pasivním (vypnutém) stavu a jednak v provozním režimu. Posloupnost chyb v těchto stavech může být různá, např.:

- a) V pasivním stavu není povolen žádný neočekávaný efekt a žádný zpožděný vliv (tj. zjevný pouze v zapnutém stavu) není povolen vlivem skrytého poškození.
- b) V aktivním režimu není povolen žádný neočekávaný efekt a není povoleno žádné zvýšení rizika nepříjemné události nebo ztráty funkčnosti.

Požadavky hodnocení schopnosti munice a zbraňových systémů odolávat vlivům HERO jsou uvedeny v článku 18.5.2. Hodnocení se musí provádět na základě projektové analýzy HERO (HERODA), která musí být součástí programu hodnocení HERO (HAP), který je obsahem článku 18.5.1.3.

18.5.1.5 Protokol o hodnocení HERO (HAR)

Protokol (HAR) musí obsahovat následující položky:

- a) Prohlášení, ve kterém se definují obecné podmínky prostředí (klimatické, mechanické a elektrické) ve kterém se bude munice ukládat, přepravovat, ošetřovat a provozovat.
- b) Analýza návrhu HERO (HERODA) (viz článek 18.5.2.4).
- c) Vhodný zkušební plán (TP) a zkušební harmonogram (TS), pokud se požadují zkoušky (viz článek 18.5.3).
- d) Protokol(y) všech zkoušek prováděných v rámci analýzy, závěrů a doporučení (jak se požaduje v článku 18.5.6).
- e) Konečné hodnocení, závěry a doporučení vyplývajících z výše uvedených výsledků.

18.5.2 Zkušební požadavky HERO

18.5.2.1 Úvod

Zkoušky HERO jsou přednostně zaměřeny k určení reakce EID a připojených elektrických/elektronických podsystémů na hrozbu EME. Odezva může být ovlivněna následujícími faktory:

- a) Charakteristikou EME.
- b) Fyzickým uspořádáním.
- c) Provozem nebo manipulací.

Každý výše uvedený faktor se může uvažovat v kontextu S4, to znamená od okamžiku výroby munice až po umístění po odpálení nebo bezpečné rozmístění.

Základní požadavek zkoušek HERO je, že se musí provádět na vybavených zbraních nebo zbraňových kontejnerech, které se vystaví řízenému zkušebnímu EME a přitom se monitoruje každé EID umístěné v munici pro ověření možné reakce. Navíc se musí monitorovat odpalovací obvody, pokud jsou aktivní. Provoz odpalovacího obvodu je obvykle možno hodnotit jako funkční/nefunkční. Odezvu většiny EID je možno kvantifikovat jako velikost RF proudu indukovaného do zahřívaného prvku nebo můstku zařízení. Měřená úroveň proudu se určuje jako funkce zvoleného parametru prostředí a v některých případech, specifickými postupy určenými k vybuzení munice. Společným předmětem všech HERO zkoušek je určení maximální odezvy nebo odezvy v nejhorším případě při každém zkušebním kmitočtu pro různé fyzické uspořádání. Základní snahou je stanovit požadovanou zkušební úroveň EME pro zvolený zkušební kmitočet a zaznamenat odezvu EID pro každý zkušební parametr (např. úhel ozáření, polarizaci atd.), který se může měnit. Specifické zkušební postupy se mohou měnit podle použitého typu zkušebního zařízení např. otevřené měřicí místo, reverberační komora nebo anechoická komora. Další odstavce tohoto dokumentu poskytují podrobné informace, které se týkají kroků

nutných pro vytvoření zkušebního plánu, vybavení munice, zkušebního prostředí, pořadí zkoušek a analýzy získaných výsledků. Zkoušky HERO musí klást důraz na vystavení munice EME úrovním, které se vyskytují v jednotlivých fázích S4 munice definovaných níže. Při přechodech mezi jednotlivými fázemi je možno očekávat významné rozdíly při fyzické konfiguraci munice.

Následuje minimální soubor požadavků a návod k provádění zkoušek HERO, definování údajů zaznamenaných při zkouškách HERO a přípravu dokumentace, potřebné k vytvoření zkušebního programu HERO. Tyto požadavky jsou důležité pro dosažení zkušební standardizace munice a zkoušky HERO se tedy musí provádět tak, aby se splnily následující požadavky. Zkoušky HERO se týkají zkoušeného zařízení (EUT), vybavení, simulace životního cyklu a provozního EME.

- a) **Uspořádání zkoušeného zařízení:** Položky munice se musí autorizovat pro použití s více platformami/systémy, odpalovacími systémy, kabely a diagnostickým zařízením. Znamená to, že se všechny verze systémů a zařízení, musí podrobit zkouškám HERO. Munice se musí uspořádat různě v souladu s různými fázemi S4 (při každé konfiguraci se mohou vyskytnout různé odezvy na EME). Musí se zkoušet všechny verze. Znamená to, že se musí uvažovat, veškeré platformy/systémy, odpalovací zařízení, kabely, diagnostická zařízení a fáze S4. Protože fáze nabito/vybíto se opakují, jsou to nejdůležitější fáze procesu hodnocení (cyklické zkoušky).
- b) **Vybavení:** Vybavení EID musí být schopné detekovat a monitorovat indikované RF odezvy všech EID umístěných v munici. Citlivost takového vybavení musí být taková, aby bylo možno stanovit požadovanou rezervu vyhovuje/nehovuje při vystavení systému očekávanému provoznímu EME. Navíc musí být odezva vybavení nejméně tak rychlá, jako je časová konstanta ohřevu monitorovaného EID. Veškerá snaha při zkoušce HERO se musí soustředit na skutečnost, že monitorovací vybavení nesmí ovlivnit RF charakteristiky munice a nesmí být samo ovlivněno EME.
- c) **Simulace životního cyklu:** Zkušenosti ukazují, že postupy, používané pro manipulaci, nabíjení/vybíjení, diagnostiku nebo jiný stav výzbroje mohou mít vliv na odezvu EID. Typické provozní stavy výzbroje jsou sestavování/rozebírání a transport/ukládání. Je zvláště důležité, aby se tyto stavy používaly při zkouškách HERO, kdy se zkoušené položky vystavují zkušebnímu EME. Při plánování zkoušky musí být známy požadavky pro jednotlivé provozní stavy. Protože při manipulaci a nabíjení vzniká nebezpečí, musí tyto operace provádět kvalifikovaný personál. Manipulace se zbraňovými systémy, může vyžadovat standardní a nestandardní provozní postupy.
- d) **Provozní EME:** Většina členských států NATO má vlastní normy, které popisují EME, při kterém se musí munice hodnotit, tyto normy určují EME buď z naměřených nebo vypočtených hodnot, které vycházejí ze specifického vojenského prostředí. Pokud nejsou takové normy k dispozici musí se pro hodnocení HERO použít EME uvedené v příloze A. Tato EME je možno použít pro munici v jakémkoli stavu v pořadí od nahromadění až po dosažení nutné oddělovací vzdálenosti. Navíc se příloha A může

použít při návrhu nové munice předpokládané pro použití v silách NATO. Je třeba poznamenat, že EME, které přesahuje úrovně uvedené v příloze A mohou vytvářet pouze určité vysílače s vysokým výkonem. V takovém případě je nutno použít ochranná opatření, pokud se předpokládá, že munice bude pracovat v prostředí s takovými extrémními úrovněmi. AECTP-258 [1] popisuje dvě kategorie elektromagnetického pole „neomezené“ a „omezené“. „Omezené“ úrovně se používají v takových fázích S4, kdy jsou v blízkosti munice přítomné osoby (montáž/demontáž, nabíjení/vybíjení) a představuje snížené úrovně EME. Všechny ostatní fáze S4 se hodnotí s „neomezenými“ úrovněmi. Tyto dva předpoklady je nutno započítat při provádění zkoušek HERO, aby se provedlo lepší vyhodnocení vlivu EME na munici.

18.5.2.2 Rezervy

Při přejímce se musí demonstrovat, že žádné zhoršení vlivem RF prostředí v obvodech EID ve specifikovaném prostředí nepřekročí dané úrovně vyjádřené v dB pod prahovou úrovní, při které nedojde k roznětu uvažovaného EID nebo jako rezerva v dB pod prahovou hodnotou, při které dojde k poruše funkce nebo sepnutí elektronických součástí (nebo elektronického systému). Požadované rezervy se označují buď „rezerva bezpečnosti“ nebo „rezerva spolehlivosti“ v závislosti na kterou vlastnost má nezamýšlená iniciace vliv.

Tyto rezervy významně snižují prahovou hodnotu, při které dojde k roznětu (NFT) EID.

- a) **Rezerva bezpečnosti:** Představuje nezamýšlený stav EID který může vyvolat okamžitou nebezpečnou událost, která má za následek potenciální zničení zařízení nebo zranění osob jako je např. zažehnutí zapalovače raketového motoru RF energií. Dále se jedná o nezamýšlené spuštění EID, které nemá okamžité nebezpečné důsledky, ale zvyšuje pravděpodobnost budoucího nebezpečí při odstranění nebo jiné manipulace s pojistkou položky zbraňového systému. Jako příklad může sloužit pístový spouštěč, který odstraňuje pojistku dělového zapalovače, která uvolňuje otočení citlivého detonátoru spojeného s výbušnou náplní do polohy, kdy může dojít k explozi.
- b) **Rezerva spolehlivosti:** Představuje nezamýšlený stav EID, který nemá za následek bezpečnostní riziko, ale může poškodit funkci systému nebo způsobit nefunkčnost položky výzbroje. Příkladem může být spuštění detonátoru v zapalovači, který není mechanicky spojen s výbušnou složí. Dalším příkladem EID s rezervou spolehlivosti je elektricky iniciovaná zápalka v teplotní baterii. V případě aktivace zápalky se spustí chemický proces stimulace baterie. Její použití se považuje za rezervu spolehlivosti.
- c) Tabulka 508/3-1 sumarizuje rezervy, které se používají při absenci národních kritérií.

TABULKA 508/3-1 – Záložní rezervy pro účely přejímky

Požadavek	Systémy bez elektroniky	Elektronické systémy, které řídí funkce EID, nebo mají význam z hlediska bezpečnosti	
	EID se zkušební metodou NFT schválenou NAA	Zkušební metoda BCI na základě upravené přenosové funkce	Zkušební metoda prošel/neprošel zkouškou (viz Poznámka)
Bezpečnost	16,5 dB	10 dB	6 dB
Spolehlivost	6 dB	0 dB	0 dB

POZNÁMKA Zkušební meze prošel/neprošel se používají v případě, když zkušební intenzita pole / výkon dosahuje nebo překračuje specifikované požadavky.

18.5.2.3 Přizpůsobení

Skutečné provozní EME, ve kterém se bude systém provozovat, závisí na použití a musí se definovat v průběhu obstarávání. Tabulky EME poskytují základ pro analýzu skutečného prostředí externího vyzařovaného elektromagnetického pole, které bude charakterizovat provozní podmínky zařízení. Může se ovšem stát, že se budou definovat speciální provozní požadavky nebo omezení skutečného prostředí, které budou vyšší nebo nižší než hodnoty EME uvedené v tabulkách. Není možná žádná náhrada za správná kritéria zvolená na základě provozních požadavků. Odpovídající prostředí uvedená v [1] se mohou zvolit a použít pro přizpůsobení.

18.5.2.4 Analýza

HERODA se musí dokumentovat projekční organizací a odsouhlasit národním schvalovacím orgánem ještě před vývojem projektu. Musí se jednat o průběžný proces s kontrolními mechanizmy odsouhlasenými NAA, pokud jsou nutné.

HERODA musí:

- Načrtnout základní konstrukci zbraně pro identifikaci umístění EID a jeho připojených obvodů a jejich konkrétní elektromagnetickou ochranu.
- Uvést seznam EID s jejich prahovými výkony/proudy a energiemi, při kterých nedojde k roznětu, časové teplotní konstanty a odpory nízkoodporových můstků.
- Identifikovat a popsat elektrická/elektronická zařízení a obvody, které jsou součástí kompletního roznětového systému EID uvnitř krytu. Musí se uvést všechny připojené elektronické/mikroelektronické systémy.
- Identifikovat ty EID a obvody, jejichž nezamýšlené roznícení nebo provoz může způsobit nebezpečí (bezpečnost) a ty, které mohou způsobit snížení účinnosti systému (spolehlivost). Identifikovat přijatelné meze (schválené NAA), vzhledem k specifikovanému RF prostředí, pro demonstraci bezpečnosti a spolehlivosti (viz článek 18.5.2.2 a tabulka 508/3-1).

e) Definovat možné vstupy EME zbraní, z údajů získaných ve výše uvedených krocích a) a c). Tyto se musí také vzít do úvahy, zda se nezamýšlené funkce mohou vyskytnout v případě, že EME pronikne do zbraňového systému různými kanály jako např.:

- (1) Izolačními nebo částečně vodivými materiály.
- (2) Nespojitostmi krytů zbraně (např. trhlinami).
- (3) Otevřenými inspekčními kryty.
- (4) Konektory / středovými šňůrami (spojujícími odpalovací zařízení nebo zkoušené zařízení).
- (5) Nástroji a příchytkami (dotykovými konektory).

Tyto kanály činí zbraňový systém zranitelný při manipulaci, sestavování, rozebírání, nabíjení a vybíjení. Z těchto důvodů se musí během fáze nabíjení a vybíjení munice z odpalovacího zařízení započítat i vliv odpalovacího zařízení, manipulačního nabíjecího zařízení a manipulátoru.

f) Analyzovat různá uspořádání zbraňového systému ve všech fázích životního cyklu, aby se určily kritické situace konkrétně v následujících provozních fázích:

- 1) Přeprava/skladování, uložení v taktických nebo skladovacích kontejnerech (i v případě, že kontejnery poskytují stínění).
- 2) Montáž/demontáž.
- 3) Umístění (tj. rozvinutí před použitím).
- 4) Manipulace/nabíjení.
- 5) Umístění na platformu (napájené a nenapájené).
- 6) Okamžik po odpálení (stejně jako režim napájení 5, ale s možným rozdílným elektrickým uspořádáním a vystavením vyšším úrovním pole).

g) Rozdílné fyzické uspořádání se může očekávat při různé úrovni RF ochrany. Dále je možné, že EME spojená s jednotlivými fázemi budou poměrně rozdílná. (např. EME úrovně spojené s manipulací/nabíjením jsou obecně menší než v případě jiných fází). Problematika HERO je tedy silně závislá na obou těchto fázově-závislých podmínkách. Z hlediska zkoušek HERO je zvláště důležité zkoušet všechna unikátní uspořádání výzbroje.

h) Je třeba také započítat citlivost elektronických obvodů identifikovaných v kroku c) článku 18.5.2.4. Poruchy těchto obvodů se obecně vážou k výsledkům zapnutí přímého vyzařování nebo energie vázané vlivem interakce pole s vodiči systému a obvodových součástek. Indukovaná energie může vést na poruchy vlivem přechodových jevů, stálé změně stavu (během expozice) nebo dokonce k nevratnému poškození.

i) Uvažovat hodnocení vlivů modulačních parametrů vysílačů na rychle reagující rozněcovače (např. zařízení s vodivými složemi) a elektronické součástky.

- j) Poskytovat teoretickou analýzu tam, kde je to vhodné, která může pozitivně indikovat hodnocení vlivu na EID odpalovací vodiče nebo zda je vliv na připojené elektronické obvody dostatečně nízký pro zajištění přijatelných mezí bezpečnosti ve specifikovaném EME. (V průběhu analýzy je třeba stanovit všechny předpoklady nebo nepřesnosti).
- k) Za pomoci protokolu HERODA je NAA schopna stanovit požadavek a provedení zkoušek pro demonstraci praktické susceptibility zbraně nebo zbraňového kontejneru v daném EME. Pokud jsou nutné zkoušky, musí se provádět podle požadavků uvedených v článku 18.5.2 a zkušebních postupů uvedených v článku 18.5.4.

18.5.3 Plánování zkoušek

Zkušební plán (TP) se musí vytvářet ve spolupráci se zkušební laboratoří. Zkušební plán musí obsahovat, ale nesmí se omezovat, pouze na následující informace.

- a) **Označení munice:** Úplné označení, typ, výrobní nebo vývojové normy/specifikace (včetně programových verzí) zkoušené munice nebo zbraňového systému spolu s popisem munice.
- b) **Uspořádání munice:** Identifikace všech uspořádání, které se používaly při zkoušce, použitých provozních režimů a připojených systémů (odpalovacích zařízení atd.) použitých při zkoušce. Zkoušená munice nebo zbraňový systém musí představovat konečné výrobní uspořádání, montážní uskupení, kabeláž, umístění konektorů a instalaci. Položky vybrané pro zkoušky musí být kompletně sestavené s inertním vybaveným EID a funkčními podsystémy schválenými NAA. Pokud se předpokládá, že susceptibilita munice na EME může mít vliv na přítomnost výbušného materiálu, pak se tento musí nahradit elektricky reprezentativním materiálem (ERM). (Všimněte si, že tento požadavek je poměrně vzácný). Zkoušky munice se musí provádět ve spojení s příslušnou platformou, odpalovacím zařízením (pokud je to praktické) a ve předpokládaných provozních stavech definovaných v krocích f) 1) až f) 6) článku 18.5.2.4.
- c) **Dokumentace munice/EID:**
Výrobní schémata elektrických/elektronických obvodů a kabelážní plány munice nebo zbraňového systému a hlavně podrobný nákres odpalovacího systému, který obsahuje EID včetně všech elektronických zařízení nebo podsystémů spojených s roznětem libovolného EID.
- d) **EID:** Podrobnosti o typu(ech) EID musí obsahovat:
 - (1) Národnost/výrobce, typ/část, číslo/značku a identifikaci rozněcovače spojeného s EID jako nízkoodporový můstek, vodivá slož, tenká vrstva, explozivní nízkoodporový můstek nebo explozivní vrstva.
 - (2) Rozsah odporu a prahovou hodnotu, kdy nedojde k odpálení typu DC kontakt-kontakt (vhodné veličiny jsou, výkon nebo proud a výkon) a tam kde je to vhodné prahovou hodnotu, kdy nedojde k odpálení typu DC nebo RF NFT úroveň kontakt-kryt.
 - (3) Seznam EID s jejich NFT výkon/proud a energií, časovými teplotními konstantami a odporem nízkoodporových můstků. Dále typy

odpalovacích stimulů EID, měřiče odezvy odpalovacího obvodu a rezervy odpálení (bezpečnosti a/nebo spolehlivosti). NFT se také označuje jako Maximální úroveň, při které nedojde k roznětu (MNFS), která představuje nejvyšší stimul, při kterém nedojde k roznětu 0,1 % všech daných elektrických iniciátorů během 5 minut s konfidenční úrovní 95 %. Pokud se určuje MNFS pro elektrické iniciátory se zpoždovacím obvodem nebo s dobou odezvy delší než 5 minut musí se stimul odpálení použít pro čas běžně požadovaným pro spuštění. Dokumentace je nutná pro ověření vytvořeného postupu/strategie zkoušek odpálení EID a zkušební výsledky použité pro odvození prahové úrovně, kdy nedojde k odpálení. Výsledky musí obsahovat parametry odpovídajícího statistického rozložení (střední hodnotu, standardní odchylku, počet položek použitých pro určení prahové hodnoty).

- e) **Elektronické spínače:** Podrobnosti o typech elektronických spínačů použitých v obvodech EID k roznětu musí obsahovat:
 - (1) Národnost/výrobce, typ/část, číslo/značku a specifikace návrhu.
 - (2) Hodnotu kapacity vnitřní elektrody.
 - (3) Minimální prahovou spínací úroveň.
- f) **Elektronické podsystémy:** Podrobnosti o všech elektronických podsystémech spojených s roznětem EID včetně použitých národních norem pro elektromagnetickou kompatibilitu a získané výsledky zkoušek.
- g) **Filtry:** Všude tam, kde jsou do odpalovacího systému EID včleněny RF filtry nebo jiná omezovací zařízení jsou nutné následující informace.
 - (1) Výrobce / národní specifikace výrobku / norma.
 - (2) Maximální RF a DC proudové zatížení.
 - (3) Minimální RF útlum jako funkce kmitočtu v provozním rozsahu.
 - (4) Maximální povolený RF výkon.
 - (5) Provozní teplotní rozsah.
- h) **Odhad citlivosti:** Výsledky úvodního odhadu a/nebo analytická studie odpalovacího systému EID munice / zbraňového systému pro určení
 - (1) Teoretické elektrické parametry jednotlivých vodičů EID a potřeby a/nebo rozšířené a specifické zkoušky citlivosti na elektromagnetické vyzařování
 - (2) Zkušební místa a odůvodnění jejich volby, umístění kritických ozařovaných zón v průběhu zkoušek a specifické údaje zaznamenávané během zkoušek.
 - (3) Výsledné bezpečné meze HERO a hranice spolehlivosti. (Viz článek 18.5.2.2).
- i) **Vybavení měřicího systému:** Popis vybavení, které se bude používat pro určování RF citlivosti jednotlivých instalovaných EID musí obsahovat:

- (1) Typ snímače tj. termočlánek / termobaterie / termistor / dioda / optické zařízení atd., včetně časové konstanty (viz krok b) článku 18.5.2.1.3).
 - (2) Typ radiostanice a použité záznamové zařízení včetně rozlišení, dynamického rozsahu, a zda je možno zapisovat nebo sledovat vzestup úrovně v reálném čase.
 - (3) Minimální detekovatelná úroveň výkonu nebo proudu pro každý odpalovací obvod EID a potvrzení, že je možno demonstrovat odpovídající bezpečnostní faktor ve vhodném EME.
 - (a) Typ a návrh specifikace vybavení / monitorovacího / měřicího zařízení použitého pro měření elektromagnetické susceptibility libovolných elektronických spínačů nebo podsystémů přímo spojených s roznětem EID.
 - (b) Typ a návrh specifikace zkušebního zařízení použitého pro měření intenzity / výkonové hustoty RF pole přímo dopadajícího na zkoušenou munici nebo zbraňový systém.
- j) **Vybavení měřicího systému:** Popis vybavení použitého měření susceptibility jednotlivých EID včetně:
- (1) Typ snímače tj. termočlánek / termobaterie / termistor / dioda / optické zařízení atd., včetně časové konstanty.
 - (2) Typ radiostanice a použité záznamové zařízení včetně rozlišení, dynamického rozsahu, a zda je možno zapisovat nebo sledovat vzestup úrovně v reálném čase.
 - (3) Minimální detekovatelná úroveň výkonu nebo proudu pro každý odpalovací obvod EID a potvrzení, že je možno demonstrovat odpovídající bezpečnostní faktor ve vhodném EME.
 - (a) Typ a návrh specifikace vybavení / monitorovacího / měřicího zařízení použitého pro měření elektromagnetické susceptibility libovolných elektronických spínačů nebo podsystémů přímo spojených s roznětem EID.
 - (b) Typ a návrh specifikace zkušebního zařízení použitého pro měření intenzity / výkonové hustoty RF pole přímo dopadajícího na zkoušenou munici nebo zbraňový systém.
- k) Zkoušená munice nebo zbraňový systém musí obsahovat vybavení pro měření reakce EID (a kde je to vhodné i měření reakce elektroniky) na EME. Klíčovým parametrem při měření pomocných nízkoodporových můstků EID určených pro roznět výbušniny je výkon. Napájené EID jsou nahrazeny inertním EID vybaveným teplotním snímačem umístěným v blízkosti nízkoodporového můstku. Jedním z požadavků je dodržení stejných elektrických a fyzikálních charakteristik nízkoodporového můstku EID. Je třeba dávat pozor na vybavení munice tak, aby vybavení poskytovalo přesné měření reakce EID na všech kmitočtech bez výrazného ovlivňování výsledků. Prvotní starostí je, že vybavením nesmí být narušena integrita stínění a že vybavení nesmí představovat další

nezamýšlenou anténu. Některé přijatelné metody jsou uvedeny v následujících článcích.

- (1) Vybavení za použití termočlánu: Tento typ vybavení používá termočlánek (nebo termobaterii), který se umístí v kontaktu nebo v těsné blízkosti nízkoodporového můstku. Pro zlepšení teplotní vodivosti se může vložit teplotně vodivá dielektrická tyčinka. Termočlánek produkuje DC výstup, který je úměrný nárůstu jeho teploty, která závisí na výkonu (nebo energii) spotřebovanému v nízkoodporovém můstku. Toto zařízení se může kalibrovat pomocí DC proudu, který odpovídá efektivní (RMS) hodnotě indukovaného RF proudu. Technickým problémem tohoto typu vybavení je umístění snímače do EID a vyvedení DC výstupu z munice způsobem, který neporuší elektromagnetické charakteristiky munice. Preferovanou metodou je použití optického vlákna. DC výstup z termočlánu se musí zesílit a převést na digitální signál vhodný pro přenos optickým vláknem. V případě, že elektronické vybavení není možno umístit do munice, je možno vyvést DC výstup termočlánu ze zapalovače nebo munice do externího vybavení pomocí filtrovaného napájení přes konektory a kroucené stíněné párové vodiče. Pro ujištění, že externí vybavení munice neovlivňuje EME nebo že nepůsobí jako významná další anténa munice, se musí provést zkoušky.
 - (2) Vybavení ze snímače z optického vlákna: Existuje také komerčně dostupné vybavení navržené nebo upravené pro EME zkoušky munice. Toto vybavení používá malé snímače, které se upevňují přímo na kabely z optických vláken (FO), což umožňuje umístit elektronické zařízení pro zpracování dat do velké vzdálenosti od EID. Existují tři typy FO snímačů s citlivostí, která je vhodná pro zkoušky HERO. Zkušební, které provádějí zkoušky HERO častěji, již takové vybavení používají, ale v případě, kde se zkoušky provádějí poprvé je nutné schválení NAA.
- l) **Kalibrace vybavení HERO:** RF energie, která vytváří vazbu v EID je závislá na impedančním přizpůsobení nízkoodporového můstku/obvodu a odpalovacího obvodu munice. Systém vybavení se musí použít pro skutečné EID (prázdné-inertní s nízkoodporovým můstkem intaktním a ybuzeným). V případě typického zařízení s nízkoodporovým můstkem se musí vybavení kalibrovat použitím vstupního stejnosměrného proudu s trváním, které je nejméně desetinásobek teplotní časové EID odezvy. Tyto impulzy se musí měřit s přesností nejméně 0,5 %. Výstup snímače/převodníku se musí měřit a zaznamenat. Kalibrace systému tedy představuje poměr výstupní a vstupní úrovně. Kalibrace určuje vztah vstupního signálu přiváděného do nízkoodporového můstku EID a výstupního signálu měřicího vybavení. Výstupní hodnota měřicího vybavení se může porovnat s údaji MNFS elektro-explozivního zařízení (EED), které udává výrobce nebo orgán ministerstva obrany. Kalibrace také určuje minimální citlivost a dynamický rozsah měřicího vybavení. Pro kalibraci jsou důležité tři faktory:

- (1) Veškeré složky systému (tj. přijímač, zapisovač a počítač), které se budou používat při zkoušce a veškeré jejich nastavení musí být ověřeno kalibrací.
 - (2) V případě typického nízkoodporového můstku EED, se musí stejnosměrné impulzy přivádět přímo do jednotlivých vodičů nízkoodporového můstku nebo se musí provést analýza obvodů EED pro určení proudu přiváděného přímo do monitorovaného nízkoodporového můstku. Stejný přístup je třeba použít pro jiné typy EID.
 - (3) Kalibrační údaje musí obsahovat minimálně pět bodů (50, 25, 10 a 5 procent MNFS a jeden nad úroveň MDS). Může se ovšem použít více kalibračních bodů, které zlepší přesnost aproximace interpolovaných údajů. Tyto body mohou mít tvar přímé čáry, pokud se vyjádří v logaritickém měřítku.
- m) **Popis zkušebních přístrojů:** Musí obsahovat přenosové charakteristiky, techniku měření pozadí (včetně vzdálených vysílacích antén zkoušeného zařízení) a kalibrační postup.
- n) **Informace pro zkušební postupy:**
- (1) Údaje se musí zaznamenat pro každé EID zvlášť.
 - (2) Zkušební postup použitý pro stanovení elektromagnetické susceptibility munice nebo zbraňového systému v každé konfiguraci životního cyklu, která byla zjištěna v HERODA (uskladnění, přeprava, sestavení, rozbor, manipulace před nabíjením, nabíjení/vybíjení, příprava včetně přednastavení nebo palubních zkoušek, nebo zkoušek s aktivním systémem v munici, za letu a po oddělovací vzdálenosti, pokud je to vhodné.
 - (3) Chybová kritéria pro elektronické systémy (tyto chyby musí být opakovatelné pro ověření, že jsou způsobeny EME).
- o) **Informace o zkušebním EME:**
- (1) Seznam zkušebních kmitočtů, včetně modulace a polarizace, informace o umístění zkušební antény a použité HERO EME úrovně, pro každou fázi S4.
 - (2) Postup pro měření zkušebního prostředí, včetně typů sond pro měření pole a jejich umístění vzhledem ke zkoušenému zařízení.

18.5.4 Zkušební postupy

18.5.4.1 Bezpečný postup standardního provozu (SOP)

Pro zajištění bezpečnosti obsluhy před nebezpečnými úrovněmi EME, je třeba dbát při provádění zkoušek HERO zvýšené opatrnosti. Pokud zkoušky HERO obsahují opakovanou manipulaci a nabíjení, musí se vytvořit písemný dokument SOP, který musí být součástí zkušebního plánu a musí ukazovat rizika, spojená se zkouškami HERO a opatření, která bezpečnostní rizika minimalizují. Je třeba dodržet veškerá ustanovení národních norem, které se týkají mezí vyzařovaných emisí a mezí

pro indukované a kontaktní proudy. Musí se použít kroky pro ochranu osob před vystavením osob úrovním EME, které překračují národní mezní hodnoty.

18.5.4.2 Generátor RF prostředí

Vysílací zařízení použité při zkouškách musí mít odpovídajícím způsobem stabilní výstupní výkon v celém kmitočtovém rozsahu EME pro zajištění, že je možno ověřit odpovídající bezpečnostní faktor. Kmitočtový rozsah musí být pro každý požadovaný zkušební kmitočet nastavitelný v rozsahu 2 % jmenovité hodnoty. Laboratorní zkušební vysílací zařízení se běžně tvoří z řady RF signálových generátorů a širokopásmových zesilovačů, jejichž výkon je v rozsahu stovek nebo tisíců wattů. Pro dosažení požadovaného vrcholového impulzního výkonu k vyvolání nelineárních efektů v elektronických obvodech, se musí použít vojenské radiolokátory nebo podobné systémy. Pokud se může požadovanou intenzitou pole ozařovat pouze část munice, je nutno zajistit, že pro každý kmitočet není minimální ozařovaná délka menší než desetinásobek vlnové délky.

Pro jednoduché, pevně spojené odpalovací obvody s EID, která obsahují vhodně citlivé vybavení, je povoleno extrapolovat intenzitu pole / výkonovou hustotu a indukovaný výkon pro maximální úroveň hrozby, protože reakce odpovídá lineární funkci použitého EMR. V tomto případě se mohou zkoušky provádět za použití úrovní, které jsou nižší než úrovně hrozby. V případě, že se při zkoušce nedetekuje žádná reakce, je možno provést extrapolaci z minimálního detekovatelného proudu vybavení.

V případě, že odpalovací zařízení, které je důležité z hlediska bezpečnosti, obsahuje nelineární součástky (jako jsou polovodiče, nebo elektronická zařízení, která se mohou dostat do stavu saturace), není možno extrapolovat chování citlivé součástky nebo sestavy na základě jedné úrovně směrem k vyšším úrovním. Nelineární chování může také způsobit jiskření mezi částmi obvodu. Tam, kde není možno ve zkušebním zařízení dosáhnout plně úrovně ohrožení (plus bezpečnostní rezerva), může se pro určení přenosové funkce mezi budícím EME a výsledným proudem indukovaným ve vodičích a obvodech použít technika monitorování proudu v kabelovém svazku (BCM). Tato přenosová funkce se pak použije pro určení úrovně celkového proudu (BCI) injektovaného do kabelového svazku potřebného pro demonstraci, že před výskytem poruchy se dosáhly přijatelné hranice nad EME s úplným ohrožením. Tato technika se může použít pouze v omezeném kmitočtovém rozsahu a používá se pouze pro ověřování aktivní elektroniky. Alternativně se mohou na plně sestavených kontejnerech, které jsou vybaveny diagnostickými funkcemi a tam kde jsou k dispozici odpovídající elektromagnetické zdroje provádět zkoušky prošel/neprošel. V případech, kdy se musí vytvořit jiné zkušební postupy, se vyžaduje jejich schválení NAA.

Jako alternativní technika pro generování pole je odrazová komora v laděném režimu. Tato technika vyžaduje pro vytvoření vysoké intenzity pole mnohem menší výkon, ale zkoušky vedeného HERO v takové komoře není možno úplně akceptovat. Doporučuje se před provedením zkoušek v laděné odrazové komoře požádat o souhlas NAA.

18.5.4.3 Anténa

Antény používané pro EME zkoušky musí převádět výstupní veličinu vysílacího zařízení na intenzitu elektromagnetického pole, které je opakovatelné a přijatelné

rovnoměrné přes celý rozměr zkoušené položky. Podle požadavku se nesmí intenzita elektromagnetického pole v kmitočtovém pásmu pod 1 GHz měnit v rozsahu zkoušené položky o více než 6 dB. V kmitočtovém pásmu nad 1 GHz není možno většinou tohoto požadavku dosáhnout a je třeba zkušební zařízení posouvat tak, aby se do požadované úrovně EME postupně dostaly všechny jeho trhliny, praskliny a další otvory. Obecně musí být anténa od zkoušeného předmětu nejméně 3 m pro kmitočty do 32 MHz a 1 m pro vyšší kmitočty.

18.5.4.4 Měření EME

Intenzita pole se musí měřit za použití vhodné techniky pro měření intenzity pole. Nejistota měření intenzity pole musí být menší než ± 2 dB. Pro kalibrované měření pole se musí použít následující techniky.

a) Měření pole před zkouškou

Nejběžnější metoda měření intenzity pole používaná při zkouškách je měření intenzity pole na prázdném měřicím místě. Umístit měřič pole na místo měření a zvyšovat výstupní výkon vysílače, až se dosáhne požadované intenzity pole. Pomocí směrového vazebního členu a měřiče výkonu určit výkon na výstupu vysílače nebo jinou technikou, která umožňuje měřit vysoké výkony a zaznamenat úroveň, která produkuje na zkušebním místě požadovanou intenzitu pole. Pokud má zkoušený předmět velké rozměry, musí se intenzita pole měřit ve více místech zkušebního místa, aby se vyhodnotila uniformita pole. Tento postup použít pro každý zkušební kmitočet a polarizaci. Při samotné zkoušce nastavujte výstupní výkony vysílače zjištěné při kalibračním postupu.

b) Přímé měření pole při zkoušce (DFM)

Jiná metoda, kterou je možno použít (zvláště v případě elektronických zařízení) je DFM. Sestává z určení intenzity pole působícího na municí nebo zbraňový systém umístěním sondy pro měření pole na měřicí místo v průběhu zkoušky. Tímto způsobem se může intenzita pole měřit v průběhu zkoušky. Pokud se tato metoda použije, je třeba dávat pozor, aby nedocházelo k ovlivňování pole zařízením pro měření intenzity pole, aby snímač zařízení neovlivňoval zkoušenou položku (např. v blízkosti konce válcových objektů je výrazné zvýšení intenzity pole) a aby sonda pro měření pole byla dostatečně blízko zkoušeného předmětu. V případě požadavků, které odporují požadavkům této metody, je třeba provést posouzení a případně ji nepoužívat.

18.5.4.5 Zkušební postup

a) **Zkušební kmitočty:** Při provádění zkoušek je zvláště důležité používat vhodné zkušební kmitočty pro identifikaci možných rezonancí v úzkém kmitočtovém pásmu. Existují dvě metody pro určování EME zkušebních kmitočtů, technika rozmítání kmitočtů a diskrétních kmitočtů.

(1) **Technika diskrétních kmitočtů:** Při zkouškách HERO se často používá technika diskrétních kmitočtů místo rozmítání nebo jemného přeladování kmitočtů. V tomto případě je nutno generovat vhodný počet diskrétních kmitočtů pro charakteristiku reakce EID a zachycení reprezentativních ohrožujících kmitočtů (a impulzních charakteristik)

jak je definováno v požadavcích NAA v přijatelných chybových mezích. Přehled kmitočtů se může sestavit za předpokladu, že EID projde postupně rezonancemi, nejnižší kmitočet, který se může vyskytnout, odpovídá rozměru EID a představuje jednu čtvrtinu vlnové délky. Faktor Q nejnižšího rezonančního kmitočtu se blíží hodnotě 100 a indikuje kmitočtový krok v této oblasti 1 % předchozího kmitočtu. Toto může způsobit maximální chybu měření 3 dB, ale v praxi se může použít delší krok. Q faktor na vyšších kmitočtech se prudce snižuje a kmitočtový přírůstek se může zvyšovat. V kmitočtovém pásmu 30 MHz až 800 MHz se běžně používá přírůstek kmitočtu 5 %, v pásmu HF a mikrovlnném pásmu se zvyšuje až do 15 %. Vyšší počet kroků se používá pod HF pásmem.

- (a) Na každém přírůstkovém kmitočtu se musí zkoušená položka (IUT) vystavit postupně zvyšovanému zkušebnímu poli dokud se nedosáhne specifikované zkušební úrovně nebo dokud se neprojeví reakce ITU. Prvotní orientace se musí uvést v HERODA.
 - (b) Pokud vybavení EID zaznamená dostatečnou reakci (ne vyšší než 50 % NFT), musí se zastavit zvyšování intenzity pole a zaznamenat jeho úroveň spolu s popisem reakce vybavení. Pokud se žádná reakce nezaznamená, musí se uvést minimální detekovatelná úroveň.
 - (c) V případě elektronických obvodů se ve zvyšování zkušební úrovně pokračuje, dokud se nedosáhne specifikované úrovně nebo se nepřiblíží úroveň poškození IUT. Zaznamenat úroveň pole, při které dojde k významné reakci obvodu (pokud k nějaké dojde).
 - (d) Zvolit vhodný počet orientací IUT a v každé pozici provést předchozí kroky (a) až (c). Najít orientaci IUT, při které dojde k největší reakci a provést při této orientaci jeho požadované uspořádání (připojení kabeláže, nabíjení a manipulace atd.) a zaznamenat uspořádání, orientaci a reakci IUT.
 - (e) Tam kde je to vhodné, opakovat předchozí kroky (a) až (d) pro jinou orientaci zkušební antény.
 - (f) Předchozí kroky (a) až (e) opakovat pro každý zvolený kmitočet.
- b) **Zkoušky s rozmítáním kmitočtu:** (průběžným) se preferuje z toho důvodu, že zkoušená položka je vystavena všem kmitočtům v určitém kmitočtovém pásmu, což zvyšuje pravděpodobnost stimulace munice nebo zbraňového systému na rezonančních kmitočtech, kdy jsou reakce největší. Pokud jsou požadované úrovně intenzity pole poměrně nízké a zkušebna je schopná a autorizovaná provádět zkoušky s rozmítáním kmitočtu, je to nejlepší způsob jako provádět zkoušky HERO. Dokonce, i když existuje významné omezení intenzity generovaného pole, může technika rozmítání kmitočtu odhalit rezonance, které by nebylo možno v případě použití techniky diskrétních kmitočtů zjistit. Při použití techniky rozmítání kmitočtu je třeba opatrně volit vhodnou rychlost rozmítání z důvodu rychlosti ohřevu/chladnutí nízkoodporového můstku. Bohužel, není obecně možno generovat požadovanou úroveň plné hrozby

při technice rozmítání kmitočtu, z důvodů omezení zařízení a/nebo rušení ve vyhrazených pásmech na otevřeném měřicím místě. Z důvodů rušení rozhlasového a TV vysílání se musí zkoušky zjišťování rezonancí s rozmítáním kmitočtu provádět v uzavřených komorách nebo s malým výkonem. Omezené výkonové vlastnosti širokopásmových zařízení snižují maximální zkušební úroveň intenzity pole, ale tato nevýhoda je kompenzována možností pokrytí širokého kmitočtového rozsahu, což umožňuje identifikovat ostré rezonance IUT obvodů a omezuje počet požadovaných orientací ITU. Rozmítané kmitočtové rozsahy, používané při zkouškách se určují charakteristikami zkušebního zařízení, ale často jsou 2:1 kmitočtu (jedna oktáva) pro kmitočty nad 1 GHz a někdy širší pro nižší kmitočty.

- (1) Rychlost změny kmitočtů se musí odvíjet od rychlosti reakce vybavení EID a/nebo elektronických obvodů obsažených v IUT, a potřeby korelace reakce ITU s odpovídajícím kmitočtem. Rozmítání kmitočtu běžně obsahuje rychlé posloupnosti konečného přírůstku kmitočtu. Pokud jsou přírůstky relativně velké (větší než 1 %) musí být doba setrvání na každém kmitočtu dostatečně dlouhá, aby se projevila reakce ITU. V případě menšího přírůstku musí být doba rozmítání v oktávovém pásmu nejméně 100 násobkem reakční doby ITU.
 - (2) Pro každý rozsah rozmítání se musí ITU orientovat do základní zkušební pozice uvedené v HERODA.
 - (3) Během opakovaného rozmítání v jednotlivých pásmech postupně zvyšovat úroveň intenzity pole / výstupní výkon, dokud se nedosáhne požadované zkušební úroveň nebo nedojde k pravděpodobnému poškození ITU nebo vybavení. Zaznamenat každou významnou reakci ITU a příslušnou úroveň a kmitočet. Pokud se nezaznamená žádná reakce vybavení, musí se zaznamenat minimální detekovatelná úroveň.
 - (4) Předchozí krok 3) opakovat pro každou orientaci, uspořádání a polarizaci ITU, které jsou uvedeny ve zkušebním programu, včetně odpovídajícího uložení kabelů, zatížení a manipulace atd. Pokud se najde rezonanční kmitočet, nastavit orientaci položky tak, aby se dosáhlo co nejvyššího nárůstu proudu nebo napětí v položce.
 - (5) Předchozí kroky 3) a 4) opakovat pro všechna rozmítaná kmitočtová pásma specifikovaná ve zkušebním plánu. Tato technika se obvykle nepoužívá ve fázi manipulace a nabíjení.
- c) **Ozařování IUT:** Z praktického hlediska musí zkoušky HERO maximalizovat odezvu vybaveného zkoušeného zařízení. Pro kmitočty vyšší než 32 MHz se musí použít obě polarizace (vertikální i horizontální). Pro zajištění úplného ozaření se doporučuje průběžné ozařování zkoušeného zařízení pro dosažení maximální odezvy. V ideálním případě se musí zkoušená položka ozařovat průběžně co se týče azimutu i elevace. Munice, která je umístěná na velké platformě/systému, se musí ozařovat v oblouku 180° tak, aby ozařovací paprsek zasáhl veškeré podezřelé vstupní body. V případě směrového elektromagnetického pole

se musí důraz zaměřit na takový úhel ozáření, kdy se očekává maximální odezva EID v předpokládaných vstupních bodech (např. volné vodiče, spojení krytů a nedostatečně stíněné kabely). V kmitočtovém rozsahu HF se musí započítat výsledky předběžných měření platformy a znalosti nejhoršího případu orientace HF antén umístěných na platformě/systému. Jako součást zkoušky se musí vyhodnotit minimálně čtyři ozařovací úhly v kmitočtovém pásmu 2 MHz až 30 MHz. V mikrovlnném pásmu, kde je ozařovací úhel poměrně úzký, mohou malé změny způsobit významné změny odezvy EID. Změny úhlu ozařování tedy musí být malé a uvážené. Změny ozařovacího úhlu a polarizace musí být dostatečně dlouhé, aby nepřekračovaly reakční doby EID. Je třeba postup optimalizovat, zvláště na kmitočtech, kdy je vyzařovací úhel směrový, je třeba provádět změny azimutu a elevace dostatečně pomalu. Podrobný zkušební postup se popisuje v dokumentu MIL-HDBK-240.

- d) **Vlivy nelinearit:** Úrovně EME zkoušek HERO mají dostatečné úrovně, aby se vytvořil oblouk mezi dielektrickými a vodivými materiály. Vysoké indukované úrovně RF napětí se generují na platformách, munici a pomocném zařízení. Tyto potenciály se vyrovnávají při procházení dotykovými plochami. Pokud jsou dostatečně vysoké potenciály, dojde při přechodu k RF oblouku. Při skutečných zkušebních podmínkách se oblouk nemusí vyskytnout při všech kmitočtech, ale bude záviset na konkrétních vazebních podmínkách antény a munice. Protože oblouk má nelineární charakteristiku a skutečnost, že se vyskytuje převážně v kmitočtových pásmech HF a VHF, není možná extrapolace pro úrovně vyšší než zkušební EME při zkouškách HERO za těchto podmínek. Je tedy důležité provádět veškeré zkoušky HERO v kmitočtových pásmech HF a VHF při požadovaných úrovních nebo při maximálně dosažitelném EME.

18.5.5 Analýza údajů

18.5.5.1 Extrapolace

- a) V celé řadě zkušeben není možno požadavky EME generovat v celém kmitočtovém rozsahu. Běžně přijatelnou praxí je měření reakce vybavení EID při maximální dosažitelné úrovni intenzity pole a extrapolací výsledků na úroveň EME. Aby byla extrapolace platná, musí se splnit následující požadavky.
- (1) Vybavení musí být dostatečně citlivé, aby při zvýšení MDS úrovně o poměr, kterým se dosáhne požadované úrovně zkušebního pole byla menší, než prahová hodnota, kdy nedojde k roznětu EID snížená o odpovídající meze bezpečnosti (viz článek 18.5.5.2).
 - (2) Musí existovat nějaké potvrzení faktu, že reakce systému je lineární v oblasti mezi naměřenou a extrapolovanou hodnotou.
- b) Pokud jsou tyto dva požadavky splněny, zkušební údaje EME je možno získat provedením zkoušek s úrovněmi dosažitelnými ve zkušebně a extrapolací na požadované úrovně EME.
- c) U mnohých elektronických obvodů není možno použít extrapolaci výsledků zkoušek, prováděných s nižšími úrovněmi, jako jsou např. obvody, které

obsahují nelineární součástky (např. polovodiče), u kterých stupeň rušení neodpovídá úrovni stimulace

18.5.5.2 Formát prezentovaných údajů

Pro EID existují dvě hlavní metody snížení, extrapolace a prezentace výsledků EME zkoušek. Jedna je založena na výpočtu nejvyšší úrovně pole maximálně dosažitelného prostředí (MAE), ve kterém se určí požadované meze bezpečnosti a srovnají se s EME specifikacemi nebo normou použitou pro zkoušenou položku. V případě druhé metody se určí bezpečnostní faktor pro specifikované EME a srovnává se s požadovanými mezemi bezpečnosti. Použitý formát extrapolace a prezentace hrubých údajů popsanych v článku 18.5.2.2 se musí uvést ve zkušebním protokolu. Další formáty se mohou použít pro prezentaci výsledků, pokud jsou zřejmé pro hodnocení bezpečnosti systému. Pro elektronická zařízení a nelineární obvody, u kterých není možno použít extrapolace, se musí v protokolu demonstrovat skutečně bezpečná úroveň pole.

Formát MAE: Pokud se údaje počítají a prezentují v tomto formátu, je možno zdánlivě snadno určit prostředí, ve kterém je zkoušená položka bezpečná a spolehlivá. MAE je extrapolovaná intenzita pole, při které se proud indukovaný v EID rovná NFT EID snížený o odpovídající bezpečnostní rezervu (SM). Pro výpočet MAE se používá následující vztah:

$$MAE = \frac{NFT \times TestEME}{TestPickUp \times SM}$$

kde

MAE = maximální dosažitelné prostředí pro uvažované EID ve Vm^{-1} nebo Wm^{-2} ,

TestEME = zkušební intenzita pole / výkonová hustota zkušebního, elektromagnetického prostředí (vyjádřená ve stejných jednotkách jako MAE),

SM = bezpečnostní rezerva (jako poměr); je to minimální požadovaný rozdíl mezi MAE a intenzitou pole / výkonovou hustotou při které se nárůst rovná NFT,

POZNÁMKY

1 = $10^{SM_{dB}/20}$ pokud se použije proud a Vm^{-1}

2 = $10^{SM_{dB}/10}$ pokud se použije výkon a Wm^{-2}

NFT = EID NFT_{dBW} ,

TestPickUp = proud, výkon nebo energie naměřená v nízkoodporovém můstku EID.

Pokud se při zkoušce nezaznamená žádná odezva, musí se použít minimální detekovatelná úroveň.

Pokud jsou všechny termíny vyjádřeny v dB, musí se výše uvedený vztah zapsat následovně:

$$(MAE)_{dB(Vm^{-1} \text{ nebo } Wm^{-2})} = (NFT)_{dBW} + (TestEME)_{dB(Vm^{-1} \text{ nebo } Wm^{-2})} - (TestPickUp)_{dBW} - (SM)_{dB}$$

Tato metoda je vhodná pro rychlé ověření systému, pokud se změní požadované EME. Vede také na grafickou prezentaci údajů, které ukazují reakce systému v závislosti na kmitočtu a s ohledem na EME specifikaci způsobem, který je zřejmý pro osoby, které nejsou podrobně seznámeny s tímto typem zkoušky.

Formát bezpečnostního faktoru: Pokud jsou data extrapolována a prezentována v tomto formátu, pak úroveň bezpečnosti získaná specifikací EME je zřejmá. Bezpečnostní faktor (SF) získaný z EME specifikace se výpočte pomocí následujícího vztahu:

$$(SF)_{dB} = (NFT)_{dBW} + (TestEME)_{dB(Vm^{-1} \text{ nebo } Wm^{-2})} - (TestPickUp)_{dBW} - (SpecifiedEME)_{(Vm^{-1} \text{ nebo } Wm^{-2})}$$

kde termíny byly definovány v úvodu článku 18.5.5.2.

Tato metoda se může s výhodou použít pro rychlé vyhodnocení systému, když byly meze bezpečnosti požadované pro EID z nějakého důvodu změněny. Tato metoda neumožňuje grafickou prezentaci dat užitečným způsobem.

POZNÁMKA SF a SM nemají stejný význam a je třeba tyto formáty používat opatrně s tím, že je nutno znát rozdíly. Pro systém, který se posuzuje z hlediska bezpečnosti, musí být vždy hodnota SF rovná nebo větší než hodnota SM (požadované meze bezpečnosti).

Kód susceptibility RADHAZ (SRAD).

Formát vyjadřuje susceptibilitu systému v termínech SRAD pro každý kmitočtový rozsah (FR) RADHAZ.

SRAD může mít následující formát:

Rp	Tp	Up	Vp	Wp	Yp	Zp
----	----	----	----	----	----	----

Kde písmena R, T, U, V, W, Y a Z představují kmitočtový rozsah (FR) RADHAZ a index (p) číselnou hodnotu, představující susceptibilitu RADHAZ zbraně pro každý kmitočtový rozsah RADHAZ. Systém se plně popisuje v AIECP-2 [2]. Tento formát nemá požadované podrobnosti a přesnost, ale představuje užitečnou metodu pro výměnu údajů o citlivosti mezi členskými státy, kde se bezpečnost kontroluje.

Národní orgán musí shromáždit a zpracovat veškeré údaje o municí, vyhodnocení a další technické údaje (např. zkušební plán a zkušební protokoly) pro účely schvalování munice a zbraňových systémů a vystavení následných provozních návodů pro používání a cvičení (např. vytvoření a sdílení kódů SRAD).

18.5.6 Protokol o zkoušce

Zkušební protokol musí vycházet z výsledků HERODA a TP a musí obsahovat:

- a) Nezpracované zkušební údaje v tabelární formě, které musí uvádět následující podrobnosti:
 - (1) Použitá intenzita pole / výkonová hustota a kmitočty.
 - (2) Úroveň výkonu/proudu nebo energie zaznamenanou při každém kmitočtu pro každé EID nebo monitorovanou ve zvoleném vodiči/smyčce elektronického zařízení při použitém kmitočtu a intenzitě pole / výkonové hustotě. Pokud nebyl naměřen žádný

vzestup, musí se zaznamenat úroveň nejmenšího zaznamatelného stimulu (MDS) měřicího zařízení.

- b) Způsob měření zkušebního prostředí včetně typů použitých sond pro měření pole a jejich umístění vzhledem k EID.
- c) Kalibrační postup měřicího zařízení a všechny kalibrační údaje pro všechny senzory použité pro monitorování reakce EID.
- d) Popis všech odchylek od postupů uvedených ve zkušebním plánu.
- e) Podrobný popis analýzy nezpracovaných údajů spolu s EME charakteristikami a údaji o prahových úrovních, při kterých nedojde k roznětu EID pro určení mezí bezpečnosti (viz článek 18.5.5.2 pro účely prezentace).
- f) Soubor výsledků musí obsahovat prezentaci specifikovaného RF prostředí, použitého pro hodnocení, meze pro každé zkušební uspořádání a srovnání s výsledky teoretického hodnocení. Grafická forma zpracovaných výsledků zvyšuje přehlednost a jejich vypovídací hodnotu.
- g) Ve skutečné praxi, všechna zkoušená EID používají vybavení, které reaguje na střední výkon vnuceného pole. Pokud je třeba získat smysluplné výsledky citlivosti pro zařízení citlivá na impulzní rušení (EID s vodivou složkou nebo s můstkem s tenkou vrstvou), je možno použít modifikační faktor pro citlivost na střední výkon. Tento faktor je odvozen z teplotní časové konstanty EID a impulzní charakteristiky zdroje vyzařování a jeho nejmenší hodnota může být 0,001. Pro munici, která vykazuje výše uvedené vlastnosti, se mohou výsledky prezentovat v grafické podobě (střední výkon citlivosti v závislosti na kmitočtu) bez mezí pro použitou extrapolaci. Oprava pro každý zdroj impulzního vyzařování se pak provádí případ od případu na základě vzorce uvedeného níže, čímž se získá modifikovaná prahová hodnota, při které nedojde k roznětu.

$$P(t_1, t_2) = \frac{P_{th}(1 - e^{-t_2/\tau})t_1}{(1 - e^{-t_1/\tau})t_2}$$

kde

$P(t_1, t_2)$ = střední hodnota NFT výkonu, který se použil při analýze HERO pro opakovanou impulzní stimulaci,

P_{th} = střední (DC) NFT výkon,

t_1 = šířka impulzu (posloupnosti impulzů zdroje vyzařování),

t_2 = perioda opakování impulzů (1/opakovací kmitočet),

τ = teplotní konstanta EID.

- h) Závěry získané z výsledků pro určení bezpečnosti a spolehlivosti munice nebo zbraňového systému vystavených EME v průběhu celého životního cyklu. Musí zde být jednoznačně uvedeno, zda konkrétní zbraň splňuje nebo nesplňuje kritéria pro přejímku uvedené v tomto dokumentu, a když ne, tak se musí uvést ty oblasti, ve kterých se neplnění projevuje.

ČOS 051627
5. vydání
Změna 1
Kategorie 508/3

(VOLNÁ STRANA)

PŘÍLOHY

Příloha A

**NEBEZPEČÍ ELEKTROMAGNETICKÉHO VYZAŘOVÁNÍ Z HLEDISKA
VÝZBROJE
ZKOUŠKY ELEKTROMAGNETICKÉHO PROSTŘEDÍ**

TABULKA 508/3-A1 – NATO zkoušky HERO – elektromagnetické prostředí

Kmitočtový rozsah (MHz)	Střední hodnota (V/m)	Vrcholová hodnota (V/m)
0,01 - 2	200	200
2 - 30	200	200
30 - 150	200	200
150 - 225	200	200
225 - 400	200	200
400 - 700	270	730
700 - 790	240	1 400
790 – 1 000	480	1 400
1 000 – 2 000	600	5 000
2 700 – 3 600	490	6 000
3 600 – 4 000	1 500	11 000
4 000 – 5 400	400	6 000
5 400 – 5 900	400	7 200
5 900 – 6 000	400	7 200
6 000 – 7 900	400	1 100
7 900 – 8 000	400	1 100
8 000 – 8 400	750	5 000
8 400 – 8 500	400	5 000
8 500 – 11 000	500	5 000
11 000 – 14 000	680	2 000
14 000 – 18 000	420	1 000
18 000 – 40 000	580	580

MAXIMÁLNÍ RF ELEKTROMAGNETICKÉ PROSTŘEDÍ PRO ZBRANĚ S NEZNÁMOU SUSCEPTIBILITOU

B.1 Úvod

Tato příloha definuje MAE pro libovolný zbraňový systém, u kterého nejsou k dispozici údaje pro hodnocení HERO. Toto MAE se používá pro definování maximálního použitelného prostředí, které mohou vytvářet zdroje emisí a které nemá vliv na funkci elektricky inicializovaných zbraní s neznámou susceptibilitou.

B.2 Použití

Nebezpečí EMR má původ v charakteristikách elektricky rozněcovatelných zařízení. Toto nebezpečí EMR je výsledkem absorpce elektromagnetické energie odpalovacími obvody elektricky rozněcovatelných zařízení (EID). Indukovaná energie způsobuje ohřev nízkoodporových můstek EID a primární výbušniny, kterou je můstek běžně pokryt. Po vystavení RF prostředí se může EID zbraně nechtěně inicializovat nebo se může zhoršit jeho funkce. Obvykle je zbraň nejcitlivější na RF prostředí během fáze montáže, demontáže, manipulace, nabíjení a vybíjení při dodržování bezpečné vzdálenosti (S4). Významné rozdíly ve fyzickém uspořádání položek zbraně se mohou očekávat při přechodu z jedné fáze do druhé, která poskytuje jinou úroveň ochrany. Dále je zřejmé, že i EME každé fáze bude jiné. Například úroveň EME při manipulaci/nabíjení (na vrchní palubě plavidla) jsou podstatně menší než v případě, že je platforma zaměřovaná (úroveň hlavního laloku). Potenciál pro problémy spojené s HERO závisí na podmínkách spojených s fází životního cyklu. Při absenci hodnocení HERO, které započítává všechny výše uvedené skutečnosti, je důležité definovat úroveň nejhoršího případu susceptibilitu, která se může použít jako návod. AEC2-2, může sloužit jako pomůcka pro regulaci HERO na základě stupně susceptibilitu ve formě kódu susceptibilitu (SRAD). V následujících odstavcích se uvádí, že definovaná křivka HERO UNSAFE a rovnice je možno použít jako prostředek pro výpočet bezpečné intenzity pole, vzdálenosti a korelace kódu susceptibilitu „0“ pro všechny rozsahy kmitočtů.

B.3 Klasifikace „HERO UNSAFE“

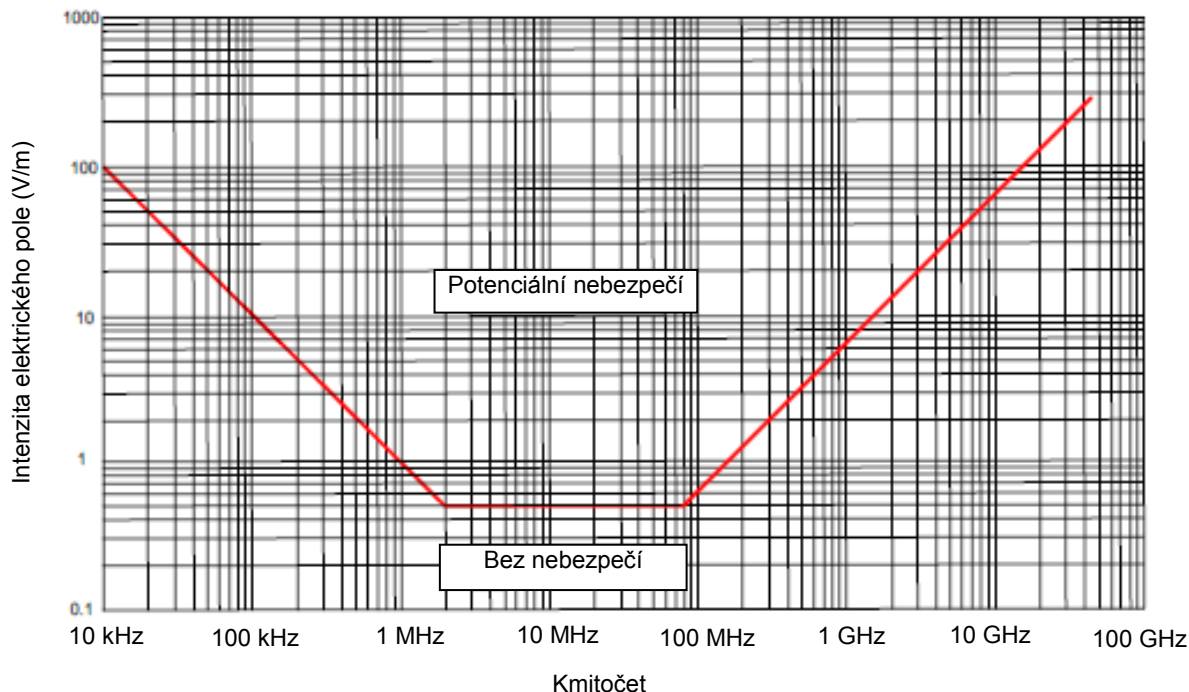
Položky zbraně označované jako „HERO UNSAFE“ jsou takové, které 1. nebyly nikdy hodnocené z hlediska HERO nebo 2. takové, které jsou ve stavu (demontované, rozbalené), že není možno hodnocení HERO provést. Takové položky představují riziko, že při vystavení RF prostředí budou poškozeny samy nebo jejich EID.

POZNÁMKA Tato klasifikace se nepoužívá pro perkusně inicializované zařízení nebo systémy. U zbraní nebo zařízení, která neobsahují EID se HERO nepožaduje.

B.4 Prostředí

Obrázek 508/3-B1 definuje MAE, které se musí použít pro položky označované „HERO UNSAFE“. Bylo vytvořeno na základě podmínek nejhoršího případu a susceptibilitu. Tabulka 508/3-A1 ukazuje rovnice pro výpočet bezpečné intenzity pole / vzdálenosti pro zbraně označované jako „HERO UNSAFE“.

Příloha B



OBRÁZEK 508/3-B1 – Potenciálně nebezpečná intenzita pole v závislosti na kmitočtu

TABULKA 508/3-B1 – Rovnice pro výpočet bezpečné intenzity pole / vzdálenosti pro zbraně označované jako „HERO UNSAFE“

Kmitočtový rozsah (MHz)	Rovnice pro vzdálenost
$0,01 \leq f < 2,0$	$D = 5,5f \sqrt{P_t G_t}$ (m)
$2,0 \leq f < 80,0$	$D = 10,95f \sqrt{P_t G_t}$ (m)
$80,0 \leq f < 100\ 000$	$D = 876f^{-1} \sqrt{P_t G_t}$ (m)

kde
 D = vzdálenost,
 P_t = střední výstupní výkon vysílače ve wattech,
 G_t = číselné vyjádření zisku ve vzdáleném poli vysílací antény (ne v dB) určený následovně:
 G_t = f × 10^{G/10}, kde G je zisk vyjádřený v dBi a f je kmitočet v MHz.

Příloha B

POZNÁMKY

- 1 Výše uvedené informace představují podmínky „nejhoršího případu“ pro požadovanou bezpečnou vzdálenost.
- 2 Rovnice se uvádí s takovými konstantami, které umožňují vyjádření vzdálenosti v metrech.

B.5 Výpočet bezpečné intenzity pole/vzdálenosti

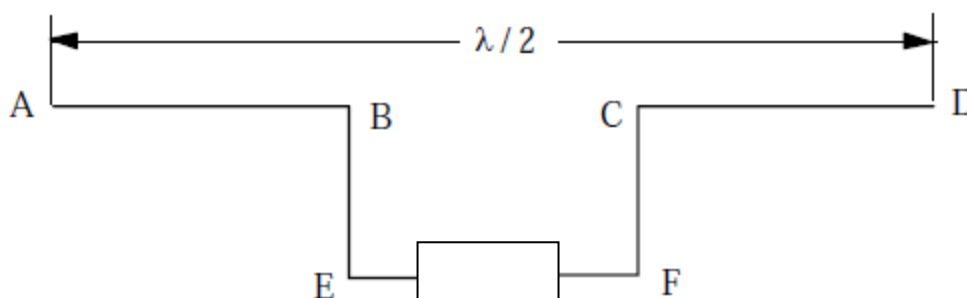
Bezpečná intenzita pole pro různé kmitočtové rozsahy zbraní označených jako „HERO UNSAFE“ se odvozují z obrázku 508/3-B1 a tabulky 508/3-B1. Při použití HERO rovnic pro určení bezpečné vzdálenosti od libovolného vysílače se pro výpočet musí použít střední výkon vysílače, zisk antény jako číselná hodnota a nejnižší provozní kmitočet (pro kmitočtový rozsah nad 2 MHz) vysílače.

POZNÁMKA Výpočet uvedený v této příloze dává poměrně korektní výsledky bezpečné oddělovací vzdálenosti od hlavního laloku pobřežních vysílačů. Mohou se použít jako návod pro vysílače plavidel, a když výsledky nejsou vhodné pro odrazy hlavního laloku nebo vlivy blízkého pole, které mohou způsobovat odchylky od vypočtených hodnot. Přesné číslo bezpečné vzdálenosti pro paluby plavidel je možno získat pouze měřením HERO.

B.6 Použití HERO UNSAFE křivky

B.6.1 Pravá část

Pravá část je teoreticky určena na základě modelu antény typu půlvlnný dipól. Předpokládá se, že každý kmitočet, který je důležitý pro vodič EID tím, že vytváří z vodiče rezonanční půlvlnnou dipólovou anténu (tj. každý vodič EID je dlouhý jednu čtvrtinu vlnové délky). Dále se předpokládá, že impedance vedení antény/vysílače je přizpůsobená impedanci obvodů nízkoodporového můstku EID a že ztráty přenosového vedení jsou zanedbatelné (tj. maximální energie se přenesou z antény do nízkoodporového můstku).



OBRÁZEK 508/3-B2 – Model půlvlnného rezonančního dipólu

Následující rovnice se používá pro „nejhorší případ“ MAE definovaný jako intenzita elektrického pole (E):

Příloha B

$$E = \sqrt{PD_{MAE} Z_0} \quad (1)$$

kde

E = maximální intenzita elektrického pole vyjádřená jako efektivní hodnota napětí na metr (V_{ef}/m),

PD_{MAE} = maximální výkonová hustota antény zbraňového systému / přijímací antény ve wattech na čtvereční metr (W/m^2),

Z_0 = impedance volného prostoru a rovná se přibližně $120\pi \Omega$ což je přibližně 377Ω .

$$PD_{MAE} = (P_{MNFP} : A_e) FGF \quad (2)$$

kde

FGF = činitel odpálení,

A_e = efektivní oblast antény v m^2 a definuje se následovně:

$A_e = (G_r \lambda^2) : (4\pi)$ a pokud tento vťah vložíme do rovnice (2) dostaneme

$$PD_{MAE} = (P_{MNFP} 4\pi I) : (G_r \lambda^2) FCF \quad (3)$$

kde

P_{MNFP} = maximální výkon ve W, kdy nedojde k odpálení EID,

G_r = zisk dipólové antény a rovná se 2,1 dBi nebo 1,64 poměru zisku,

I = ztráty systému a předpokládá se, že jejich velikost je 1,

λ = vlnová délka kmitočtu (m) a definuje se následovně

$$\lambda = c/f,$$

f = kmitočet v MHz,

c = rychlost světla a je přibližně $3 \cdot 10^8$ m/s.

Křivka „nejhoršího případu“ je na pravé straně grafu omezena použitím hodnot $MNFP = 54$ mW a $FCF = 0,0225$ (26,5 dB) i když v případě známého zbraňového systému se mohou hodnoty MNFP měnit v závislosti na citlivosti EID, činiteli odpálení a účinnosti stínění systému. Nižší meze MAE v pravé části určuje střední část a/nebo fyzikální rozměry systému.

B.6.2 Střední část

Střední část byla určena empiricky za použití údajů získaných ze všech tří armádních složek v průběhu zkoušek prováděných po dobu 30 let. Analýza údajů zjistila, že ve všech zkoušených systémech se maximální energie vázaná do EID vyskytuje v kmitočtovém pásmu HF při zkouškách raket o průměru 69,9 mm na letounech během simulovaného nabíjení. Tyto rakety obsahují EID u kterých $MNFC = 300$ mA a odpor nízkoodporového můstku se rovná $1,0 \Omega + 0,1 \Omega$. EID raket používá koaxiální odpalovací systém, kdy tělo rakety představuje zpětnou cestu kostření. Pokud je letadlo umístěno na vodivou plochu (jako je např. paluba letadlové lodě) za přítomnosti aktivní antény v HF kmitočtovém pásmu, může se mezi vnějším pláštěm letadla a palubou vytvořit extrémní energetický potenciál. Výsledkem jsou

Příloha B

velké proudy vázané v systému, které v případě koaxiálního uspořádání odpalování mohou způsobit aktivaci EID. Střední část se vytvořila za použití přenosové funkce odvozené z tohoto HF modelu a údajů získaných při zkouškách raket o průměru 69.9 mm.

Křivka „nejhoršího případu“ střední části grafu byla ustavena použitím hodnoty $0,5 V_{ef}/m$ v kmitočtovém pásmu 2 MHz až 80 MHz která odpovídá $MNFC = 85 \text{ mA}$. I když v případě známého zbraňového systému se mohou hodnoty MAE měnit v závislosti na citlivosti EID, činiteli odpálení a účinnosti stínění systému.

B.6.3 Levá část

Levá část křivky byla odvozena jednak teoreticky a jednak empiricky jak je uvedeno na obrázku 508/3-A1, MAE levé části křivky se snižuje s kmitočtem se směrnici 20 dB/dekádu. Nižší mez MAE levé části je ohraničena pevnou hodnotou střední části. Křivka „nejhoršího případu“ pro levou část grafu má pevné umístění. I když v případě známého zbraňového systému se může započítat rezonanční kmitočet určený čtyřnásobkem maximálního rozměru systému.

19 KATEGORIE 508 ČÁST 4 – BLESK (ATMOSFÉRICKÝ VÝBOJ), HODNOCENÍ MUNICE A ZKUŠEBNÍ POSTUPY

19.1 Související dokumenty

19.1.1 Normativní

- [1] AECTP-254 ATMOSPHERIC ELECTRICITY AND LIGHTNING
Atmosférická elektřina a blesk
- [2] STANAG 4170 PRINCIPLES AND METHODOLOGY FOR THE
QUALIFICATION OF EXPLOSIVE MATERIAL
FOR MILITARY USE
Principy a metodika schvalování způsobilosti výbušin
pro vojenské účely
- [3] BS 923-1: 1990. IEC GUIDE ON HIGH-VOLTAGE TESTING TECHNIQUES
60-1
Techniky zkoušek vysokého napětí
- [4] BS EN 62035-3 PROTECTION AGAINST LIGHTNING PART 3: PHYSICAL
DAMAGE TO STRUCTURES AND LIFE HAZARDS
Ochrana proti blesku, část 3 Fyzické poškození struktur
a ohrožení života

19.1.2 Informativní

- AOP-38 SPECIALIST GLOSSARY OF TERMS AND DEFINITIONS
ON AMMUNITION SAFETY
Specializovaný slovník termínů a definic pro oblast
bezpečnosti munice

19.2 Zkratky

V této části se používají následující zkratky:

Zkratka	Název v originálu	Český název
CFC	Carbon Fibre Composite	materiál z uhlíkových vláken
CTL	Computed Transient Level	vypočtená úroveň přechodového jevu
CW	Carrier Wave	nosná vlna
DS	Damped Sine Wave	tlumená sinusovka
EID	Electrically-Initiated Device	elektricky rozněcovatelné zařízení
EMC	Electromagnetic Compatibility	elektromagnetická kompatibilita
EQL	Equipment Qualification Level	kvalifikační úroveň zařízení
ETDL	Equipment Transient Design Level	úroveň přechodového jevu pro návrh zařízení
FOL	Fibre Optic Link	linka z optického vlákna
HF	High Frequency	vysoký kmitočet
IP	Intermediate Pulse	střední impulz

Zkratka	Název v originálu	Český název
LHDA	Lightning Hazard Design Analysis	analýza nebezpečí účinků blesku
LP	Long Pulse	dlouhý impulz
LPP	Lightning Protection Plan	plán opatření proti účinkům blesku
MIE	Minimum Ignition Energy	minimální energie nutná k roznětu
MTL	Measured Transient Levels	měřená úroveň přechodového jevu
SP	Short Pulse	krátký impulz
SRD	System Requirement Document	dokument systémových požadavků
TCL	Transient Control Level	řídící úroveň přechodového jevu
TP	Test Plan	zkušební plán
TTL	Test Transient Level	zkušební úroveň přechodového jevu
UUT	Unit Under Test	zkoušená jednotka

19.3 Cíl

Cílem této části je definovat postupy hodnocení rizik návrhu a zkušební metody, použitelné pro určení bezpečnosti a spolehlivosti provozu munice a připojených systémů, vystavených prostředí blesku, jehož podmínky jsou uvedeny v AECTP-254 [1].

19.4 Použitelnost a požadavky

19.4.1 Použitelnost

Tato část se může použít pro všechny třídy výzbroje uvedených dále. Použití následujících požadavků musí být v souladu s národní strategií doporučovanou národním schvalovacím orgánem.

Výzbroj třídy A

Munice nesená na letounech a jejich přidružených systémech. Neplatí pro samostatné letouny.

Výzbroj třídy B

Munice odpalovaná z pozemních zařízení (umístěná v odpalovacím zařízení), samotná odpalovací zařízení a ovládací komplexy.

Výzbroj třídy C

Munice odpalovaná z plavidel (umístěná v odpalovacím zařízení) a samotná odpalovací zařízení. Neplatí pro samotná plavidla, ve kterých je odpalovací zařízení umístěno.

Výzbroj třídy D1

Ze země odpalované, vodičem naváděné raketové střely a jejich odpalovací systém.

Výzbroj třídy D2

Ze vzduchu odpalované, vodičem naváděné raketové střely a přiřazené systémy. Neplatí pro letouny.

Výzbroj třídy E

Munice, která není certifikovaná proti přímému úderu ale, která musí odolat nepřímému úderu. Příkladem jsou z ramene odpalované raketové střely, kryty a malé zbraně.

19.4.2 Požadavky

Munice a jejich systémy musí zůstat bezpečné a funkční, po vystavení podmínkám uvedených v AECTP-254 [1] pro jednotlivé fáze životního cyklu. Ověření se provádí ve shodě s částí 508/4.

19.5 Posuzování munice z hlediska účinků blesku

19.5.1 Úvod

Tato část definuje požadavky pro posuzování a zkoušení munice a připojených systémů z hlediska vlivů blesku. Posuzování se musí provádět způsobem označovaným „Analýza konstrukce z hlediska blesku“ (LHDA), který je součástí „Ochranného plánu proti blesku“ (LPP) a popisuje se v dalších článcích.

19.5.2 Prostředí blesku a parametry návrhu konstrukce

Hrozba blesku pro letecké, pozemní a námořní zbraně pro účely konstrukce a zkoušek jsou uvedeny v [1].

19.5.3 Cíl ochranného plánu proti blesku

Účelem LPP je zajistit, že odolnost munice a připojených systémů proti přímému úderu blesku do zbraně nebo odpalovacích zařízení / platform se zaměřuje a demonstrovuje odpovídajícím způsobem. Pokud munice musí odolat pouze blízkému úderu blesku, musí se vhodné posouzení schválit národní autoritou. Viz příloha H této části.

Termín „munice a připojený systém“ představuje municí a všechny systémy nutné pro její odpálení a ovládnutí. Pokud je připojený systém součástí platformy (např. loď nebo letadlo), která má jiný způsob posuzování odolnosti proti účinkům blesku, musí se LPP pro účely posuzování brát jako referenční.

19.5.4 Přehled dokumentů pro ochranu proti blesku

Na počátku projektu se musí připravit LPP a předložit příslušné národní autoritě. Pokud je to nutné musí se tento plán v průběhu projektu přehodnocovat a novelizovat. LPP musí obsahovat:

- a) LHDA (viz článek 19.5.5).
- b) Ustanovení, které definuje všeobecné podmínky prostředí (klimatické, mechanické a elektrické), ve kterých musí být zařízení na ochranu proti blesku schopno pracovat.
- c) Pokud se požadují zkoušky, odpovídající zkušební plán (TP).
- d) Pokud se připravuje zkušební plán, odpovídající harmonogram zkoušek.
- e) Protokoly o všech provedených zkouškách, včetně analýz, závěrů a doporučení (pokud se nedosáhlo plné ochrany tak je nutná i analýza rizik).
- f) Odkaz na provedené posouzení nebo posouzení uvnitř platformy.

19.5.5 Rozsah analýzy konstrukce z hlediska blesku

LHDA se musí provést a odsouhlasit příslušnou národní autoritou ještě před vývojem projektu. Musí se jednat o průběžný proces kontrolovaný příslušnou národní autoritou podle potřeby.

LHDA musí:

- a) Jasně stanovit požadavky odolnosti zbraně proti blesku v termínech, které vyjadřují schopnost její funkce během úderu, být v provozu po úderu nebo pouze zachovat svou bezpečnost po úderu. Musí se také soustředit na požadavky odolnosti v každé fázi životního cyklu zbraně (balení, rozbalování, nabíjení a tam kde je to vhodné i za letu).

POZNÁMKY

- 1 Požadavky musí definovat uživatel a musí se specifikovat v Dokumentu systémových požadavků (SRD).
 - 2 Nutnost rozšíření analýzy závisí na požadavku. Následující seznam předpokládá plnou funkčnost systému během úderu i po jeho odeznění).
- b) Uvést náčrt základní konstrukce zbraně, se zvýrazněním izolačních a ástečně vodivých kompozitních materiálů.
 - c) Poskytnout písemné informace o vazebních bodech blesku, cesty proudu a použití zón blesku, spolu s diagramem zón zbraně. Tyto informace musí znázorňovat konkrétní upozornění na připojovací body, které jsou v blízkosti výbušných materiálů / paliva. Vysvětlení termínu zónování je provedeno v [1].
 - d) Identifikovat jakoukoliv potřebu posouzení vlivu blízkého úderu blesku na zařízení, které není zodolněné proti přímému úderu. Viz příloha H.
 - e) Uvést přehled struktur a významných oblastí, ve kterých se požaduje specifická ochrana proti blesku, jako jsou oblasti, které jsou vyrobeny z izolačního nebo částečně vodivého materiálu a zvláště z izolačního materiálu, který je ve spojení se skrytým kovovým materiálem.
 - f) Poskytnout seznam důležitých systémů a zařízení, které obsahují sondy, antény a externí snímače elektricky rozněcovatelných zařízení (EID), u kterých může blesk ovlivnit jejich bezpečnost a vhodnost použití. Tento seznam musí zahrnovat obvody takových zařízení, u kterých se vyžaduje nepřetržitý provoz během úderu blesku; zůstávají provozuschopné po úderu blesku a/nebo se neočekává, že budou při nebezpečí úderu blesku pod napětím.
 - g) Poskytnout písemnou definici návrhu cílových/zkušebních parametrů opatření proti blesku různých částí zbraně podle zón blesku popsanych na základě [1].
 - h) Pokud je nutné posoudit blízký úder blesku (viz rozhodovací vzdálenost d od zbraně, podle které je možno na základě [1] a návodu pro určení d uvedeného v příloze H rozhodnout o odpovídajících cílových parametrech).

- i) Identifikovat vodiče, které propojují důležité systémy a zařízení a stanovit opatření, která je ochraňují před nepřímyými vlivy blesku.
- j) Identifikovat vodiče, ve kterých se mohou v nesymetrickém režimu struktury vytvořit vysoká napětí a identifikovat izolanty, které mohou představovat zvláštní riziko pro napěťový průraz, podrobný popis ochranných opatření pro takové vodiče a proti průrazu.
- k) Posoudit přechodové jevy způsobené bleskem, které musí:
 - (1) Poskytnout vyhodnocení podrobně popsané v článku 19.6.
 - (2) Určit dodatečné zkoušky nepřímých vlivů, které nejsou uvedeny v článku 19.6 na úplné zbrani nebo její části, pro ověření, že indukované úrovně napětí nezpůsobí porušení izolace nebo její průraz. Dodatečné zkoušky nepřímých vlivů se mohou kombinovat se zkouškami požadovanými v článku 19.6 a se zkouškami přímých vlivů.
- l) Obsahovat posouzení nebezpečí výbušnin a paliva, které musí být, pokud je to možné tak podrobné, jak je uvedeno v článku 19.7:
 - 1) Poskytnout vyhodnocení systému obsahující pevnou výbušninu.
 - 2) Poskytnout vyhodnocení munice, paliva a tekutých výbušnin.
 - 3) Poskytnout stejné vyhodnocení pro suchá místa, do kterých může unikat tekutá výbušnina, palivo nebo jiné nebezpečné tekutiny. Zvláštní pozornost se musí věnovat výbušnině/palivu, které mohou mít teplotní nebo nárazový efekt způsobený přímým úderem do jejich aktuálního obalu.
- m) Podrobnosti o akcích provedených pro prevenci před explozí způsobenou obloukem uvnitř dielektrických krytů.
- n) Náčrt nebezpečí pro specifická rizika blesku, která nejsou uvedena výše a akce/zkoušky pro jejich snížení.

19.5.6 Zkušební průběhy blesku

Pokud se určí, že je třeba provést zkoušky účinků blesku podle LHDA, je třeba určit jeho průběh podle [1].

19.5.7 Zkušební plán a harmonogram

Pokud LHDA navrhuje provedení zkoušek, musí se ve spolupráci se zkušebnou připravit zkušební plán (TP), který musí:

- a) Podrobně určit požadované zkoušky.
- b) Definovat předměty zkoušek.
- c) Načrtnout zkušební metody včetně bodů pro přivedení blesku, systému zpětných vodičů a průběhy použitých zkušebních blesků.
- d) Definovat počet vzorků, které se budou zkoušet a počet simulovaných bleskových výbojů použitých pro každý vzorek.
- e) Podrobně popsat zkušební zařízení, které musí:
 - (1) Poskytnout záruku, že průběh zkušebního blesku je ve shodě s odpovídajícím průběhem uvedeným v [1].

- (2) Zaznamenat vlivy simulace blesku na zbraň/zařízení v průběhu zkoušky.
- (3) Sledovat funkčnost a bezpečnost zbraně/zařízení v průběhu zkoušky.
- f) Poskytnout harmonogram zkoušek, který musí určit pořadí, ve kterém se budou zkoušky provádět a které je možno kombinovat (pokud je to možné). Harmonogram se může v průběhu zkoušek změnit.

19.5.8 Prezentace dokumentů, analýza rizik a doporučení pro schválení

Jednotlivé části LPP (LHDA, TP a harmonogram zkoušek) je nutno předložit příslušné národní autoritě ke schválení, hned na počátku a při provádění zásadních změn. Pokud se nedosáhlo úplné ochrany, musí se vypracovat analýza rizik. Konečné podání úplného LPP se musí předložit příslušné národní autoritě, pokud se požaduje konečné odsouhlasení ochrany proti blesku.

19.6 Ověření nebezpečí způsobeného přechodovými jevy indukovanými na vodičích munice

19.6.1 Úvod

Tento článek definuje požadavky pro ověření ochrany munice proti přechodovým jevům blesku. Zdůvodnění a návod týkající se tohoto ověření jsou uvedeny v této části. Požadavky se definovaly za předpokladu, že zařízení musí pracovat během apo úderu blesku. Kdykoliv není tento požadavek aplikován nebo nebude v případě hrozby úderu blesku zařízení napájeno, je možná zjednodušená analýza/zkouška. V takovém případě se posuzování a zkoušky týkají pouze obvodů přímo spojených s EID, palivem a výbušnými částmi. Dále, kde systém zůstává pouze bezpečný a není nutno, aby přežil, je možno uvažovat pouze zařízení/obvody které zajišťují bezpečnost. Popis, který následuje definování cesty nízkého rizika pro specifikaci ověření odpovídajícími zkušebními úrovněmi přechodových jevů, pro každé zařízení ve zbraňovém systému, které se používá pro zkoušky. Toto se provádí na základě postupů používaných pro letecké systémy, u kterých se požaduje průběžná funkce a přežití během přímého úderu blesku.

POZNÁMKA Všechna opatření nemusí být pro zbraňové systémy použitelná.

19.6.2 Ověření požadavků za použití modelování

Požadavky v této části se musí použít tam, kde je instalace zbraně vyhodnocena jako příliš komplexní, než aby dovolila všechny nutné řídicí úrovně přechodových jevů (TCL), které byly určeny pro měření. Viz příloha B.

- a) Během projektu se musí provádět také průběžné analýzy a to způsobem, který je přijatelný příslušnou národní autoritou. Pro všechny body vhodné pro úder blesku a scénáře uspořádání se musí vytvořit počítačový model zbraně v jejím pracovním prostředí (který se musí v průběhu projektu aktualizovat), aby bylo možno předvídat reakce na úplné ohrožení (proud v kabelovém svazku, oba průběhy tlumené sinusovky a zemní napětí) pro všechna zařízení a kabelové svazky definované v článku 19.5. Je tedy třeba rozhodnout o vypočtených úrovních přechodového jevu (CTL) pro tyto reakce (tlumená sinusovka a průběh odpovídající střednímu impulzu (IP), krátkému impulzu (SP) a dlouhému impulzu (LP)).

Uvažovat se musí pouze ty body a uspořádání, které představují nejhorší případy vazeb s kabely, které jsou předmětem zájmu.

Pro ověření, že zařízení zbraní odpalovaných z letadla, mohou pracovat bez bezpečnostního rizika nebo rizika nesplnění bojového úkolu, když je zbraň vystavena prostředí násobných impulzů danému v [1], se musí provést analýza a/nebo zkoušky.

- b) Pro zařízení vybrané z předem zkoušených zařízení se musí rozhodnout o vhodných úrovních přechodových jevů zařízení (ETDL) přidáním odsouhlasených mezí definovaných v článku 19.6.4 pro CTL určené v článku 19.6.2 a). V počátečních stádiích projektu se musí pro zařízení umístění na straně letadla použít maximální úrovně uvedené [1] pro instalační kategorie získané analýzou uvedenou v článku 19.6.2 a). Úrovně pro pozemní a námořní zařízení musí určit příslušná národní autorita.

Pokud je to nutné musí zkušební zařízení použité pro zkoušky odpovídat zkouškám definovaným v příloze B této části, články B.7 a B.8. Uvažovat se musí každá susceptibilita zjištěná v předchozích zkouškách EMC. Zařízení nesmí vykazovat žádné poruchy funkcí, zhoršení činnosti, poškození nebo odchylky od specifikací, pokud je vystaveno impulzům, včetně zkušebních mezí určených výše. Úroveň, při které se musí zařízení zkoušet (nebo se zkoušelo dříve) se musí deklarovat jako kvalifikační úroveň zařízení (EQL).

- c) Systém zpětných vodičů se musí navrhnout za pomoci výpočetních metod pro zajištění, že rozložení povrchových proudů odpovídá modelu v kroku a) článku 19.6.2. Viz příloha B této části, článek B.7.4.
- d) Ve zkušebním plánu se musí zvolit a definovat systémové a kabelové cesty, po kterých se mohou šířit zkušební impulzy. Impulzní zkoušky „úplné zbraně“ se musí provádět v souladu s požadavky definovanými v příloze B této části, článek B.7, které uvádějí „Úrovně měřených přechodových jevů“ (MTL) a které se musí pro každý kabel a měřený bod definovaný ve zkušebním plánu extrapolovat na reakce úplné hrozby „Zkušebními úrovněmi přechodových jevů“ (TTL). Pro všechny třídy zbraní se musí použít parametry úplného ohrožení, které jsou uvedeny v [1].
- e) Musí se posoudit použití výsledků získaných podle kroků a) a d) článku 19.6.2 pro potvrzení, že měření impulzů probíhá v lineární oblasti a zdůvodnit rezonance kabelů použité pro zkoušky zařízení jak se popisuje v příloze B této části článek B.7.

Pro posouzení nelinearit se musí provést srovnávací analýza TTL odvozených v kroku a) článku 19.6.2 a odpovídajících TCL určených v kroku d) článku 19.6.2 podle kroku a) článku 19.6.2. Pokud jsou mezi nimi rozdíly menší než 6 dB, musí se TCL určit tak, aby se získaly reakce všech uspořádání a zkušebních bodů pro nejhorší případ.

- f) Rezervy definované v článku 19.6.4 se musí použít pro TCL z kroku e) článku 19.6.2 doložené ETDL.

- g) Pokud nebyly provedeny předběžné zkoušky, musí se zařízení zkoušet v souladu s přílohou B této části článku B.3.2 za použití ETDL odvozených v kroku f) článku 19.6.2. Musí se uvažovat jakákoliv citlivost, která se projevila při zkouškách EMC. Zařízení nesmí vykazovat žádné poruchy funkcí, zhoršení činnosti, poškození nebo odchylky od specifikací, pokud je vystaveno impulzům, včetně zkušebních mezí určených níže. Úroveň, při které se zařízení zkoušelo (nebo bylo zkoušeno dříve) se musí deklarovat jako Kvalifikační úroveň zařízení (EQL).
- h) Pokud se zařízení vybralo nebo zkoušelo ve shodě s krokem b) článku 19.6.2, musí se provést porovnání mezi TCL v kroku f) článku 19.6.2 a odpovídajícími EQL uvažovaného zařízení. Rozdíly mezi těmito úrovněmi se musí zaznamenat.
- i) Tam, kde jsou rezervy určené v kroku h) článku 19.6.2 menší než meze definované v článku 19.6.4 a nepřijaté příslušnou národní autoritou, musí se zařízení buď přestruovat, aby poskytovalo další tolerance, nebo se musí přestruovat instalace na nižší příslušné TCL. Tyto úpravy konstrukce se musí ověřit zkouškami odsouhlasenými národní autoritou.
- j) Pokud se provádějí úplné zkoušky zbraně podle kroku d) článku 19.6.2 se souhlasem akvizičního orgánu na zbraně, která se nevyrábí sériově, musí se některé impulzní zkoušky opakovat na zvolených obvodech vyráběné zbraně.
- k) V některých případech není obecně možné z praktických nebo ekonomických důvodů provádět měření na každém kabelovém svazku a v každém zkoušeném bodě. Pokud tato situace nastane, je třeba dát důvěru analýze s podporou měření provedeného na pečlivě zvolených kabelech a měřicích bodech, aby se demonstrovala obecná platnost použitého modelu a analýzy, viz Příloha B této části, článek B.3.4.

19.6.3 Ověření požadavků bez použití modelování

Požadavky tohoto odstavce použité pro ověření instalace zbraně jsou takové, že všechny nutné TCL se musí určit měřením.

- a) Během projektu se musí provádět také průběžné analýzy a to způsobem, který je přijatelný pro příslušnou národní autoritou. Analýzy se provádí pro všechny body vhodné pro úder blesku, scénáře uspořádání uvedené v článku 19.5, a pro definování instalačních kategorií zařízení a kabelových svazků uvedených také v článku 19.5.
- b) Analýzy a/nebo zkoušky se musí provést pro ověření, že zařízení třídy zbraně A a D2 mohou pracovat bez rizika z hlediska bezpečnosti a splnění bojového úkolu, když je zbraň vystavena prostředí s násobnými shluky impulzů danému v [1].
- c) Nutné ETDL pro předběžně zkoušené nebo nové zařízení musí představovat maximální úroveň uvedené v [1] podle instalačních kategorií určených analýzou jak se definuje v článku 19.6.3.a) pro letecká zařízení. Úroveň pro pozemní a námořní složky se musí definovat ve spolupráci s příslušnou národní autoritou. Pouze zařízení zkoušené podle přílohy G této části, články G.5 a G.6 se musí uvažovat pro výběr. Příhodné zařízení

bez zkoušek se musí přezkoušet obdobným způsobem. Pokud je to nutné, s ohledem na zkušební zařízení, musí se zkoušky provádět podle přílohy G této části, články G.5 a G.6. Všechny projevy citlivosti zjištěné při zkouškách EMC se musí uvažovat. Zařízení nesmí vykazovat žádné poruchy funkcí, zhoršení činnosti, poškození nebo odchylky od specifikací, pokud je vystaveno impulzům, včetně zkušebních mezí určených výše. Úroveň, při které se zařízení zkoušelo, se musí deklarovat jako Kvalifikační úroveň zařízení (EQL).

- d) Systém zpětného vodiče se musí navrhnout pomocí počítačové metody nebo jiné metody, která je schválená příslušnou národní autoritou pro ověření, že rozložení povrchového proudu zbraně je vhodné pro provozní prostředí.
- e) Ve zkušebním plánu se musí zvolit a definovat systémové a kabelové cesty, po kterých se mohou šířit zkušební impulzy. Impulzní zkoušky „úplné zbraně“ se musí provádět v souladu s požadavky definovanými v příloze B této části, článek B.7, které uvádějí Úrovně měřených přechodových jevů (MTL) a které se musí pro každý kabel a měřený bod definovaný ve zkušebním plánu extrapolovat na reakce úplnou hrozbou Zkušebními úrovněmi přechodových jevů (TTL). Pro všechny třídy zbraní se musí použít parametry úplného ohrožení, které jsou uvedeny v [1].
- f) Musí se provést posouzení výsledků z kroku e) článku 19.6.3 pro potvrzení, že měření impulzu se provádí v lineární oblasti, jak se popisuje v příloze B této části, článek B.4.6 a zdůvodnění rezonancí kabelů použité pro zkoušky zařízení. TCL se musí určit z odpovídajících TTL určených v kroku e) článku 19.6.3, při zohlednění všech nelinearit.
- g) Rezervy definované v článku 19.6.4 se musí použít pro TCL z výše uvedeného kroku f) článku 19.6.3 a doložených ETDL.
- h) Pokud nebyly provedeny předběžné zkoušky, musí se zařízení zkoušet v souladu s přílohou G této části, články G.5 a G.6 za použití ETDL odvozených v kroku g) článku 19.6.3. Musí se uvažovat jakákoliv susceptibilita, která se projevila při zkouškách EMC. Zařízení nesmí vykazovat žádné poruchy funkcí, zhoršení činnosti, poškození nebo odchylky od specifikací, pokud je vystaveno impulzům za použití zkušebních mezí určených dále. Úroveň, při které se zařízení zkoušelo, se musí deklarovat jako „Kvalifikační úroveň zařízení“ (EQL).
- i) Pokud se zařízení vybralo nebo zkoušelo ve shodě s krokem c) článku 19.6.3, musí se provést porovnání mezi TCL určených v kroku f) článku 19.6.3 a odpovídajícími EQL uvažovaného zařízení. Rozdíly mezi těmito úrovněmi se musí zaznamenat.
- j) Tam, kde jsou rezervy určené v kroku h) článku 19.6.3 menší než rezervy definované v článku 19.6.4 a nepřijaté příslušnou národní autoritou, musí se zařízení buď přestavět, aby poskytovalo další tolerance, nebo se musí přestavět instalace na nižší příslušné TCL. Tyto úpravy konstrukce se musí ověřit zkouškami odsouhlasenými národní autoritou.

- k) Pokud se se souhlasem akvizičního orgánu provádějí úplné zkoušky zbraně podle kroku e) článku 19.6.3 na zbrani, která se nevyrábí sériově, musí se některé impulzní zkoušky, se souhlasem národní autority, opakovat na zvolených obvodech vyráběné zbraně

19.6.4 Použité rezervy

Výrobci musí spolu s příslušnou národní autoritou odsouhlasit rezervy použité v článcích 19.6.2 a 19.6.3. Odsouhlasené rezervy se musí započítat do spolehlivosti, která se bude používat v metodě ověřování, očekávaného stupně variability mezi systémy a důležitosti uvažovaného systému tak, že se rezervy sníží v případě vysoké spolehlivosti ověření a zvýší při vysoké důležitosti systému. Pokud není možno takové rezervy odsouhlasit, musí být 12 dB v případě „bezpečnosti“ a 6 dB v případě „spolehlivosti“. Princip je uveden v příloze B této části, viz články B.3.1 a B.3.5.3.

19.6.5 Požadavky na dodatečné vyhodnocení EID a zapalovačů

- a) V analýze podle článků 19.6.2 a 19.6.3 zjistit, zda se provedlo posouzení nebezpečí indukovaných napětí pro EID a zapalovače. Musí se uvažovat běžný a zvláštní funkční režim.
- b) Identifikovat opatření provedená při analýze podle článků 19.6.2 a 19.6.3 pro zajištění, a pokud je to nutné i demonstraci, že obvody zapalovačů a rozněcovačů nemohou pracovat nesprávně, jako důsledek úplného ohrožení bleskem libovolné části zbraně.

19.7 Posouzení nebezpečí pro výbušniny a palivo

19.7.1 Úvod

Hodnocení nebezpečí pro výbušniny a palivo se musí provádět u systémů, které obsahují pevné a kapalné výbušniny, tekutou hnací náplň a palivové systémy. Přehled úvah je určen pro zajištění, aby proud blesku nepronikl do nádrže/krytu a nezpůsobil oblouk nebo neočekávané teplo tím, že proud blesku projde cestou s nízkou impedancí (na úrovni nádrže/krytu) do platformy nebo systému výstupním bodem a že energie blesku nevytvoří žhavý bod, který je schopný zažehnout palivo nebo výbušninu.

19.7.2 Požadavky hodnocení

- a) Pro systémy, obsahující pevnou výbušninu se musí vytvořit přehled, který identifikuje:
- (1) Konstrukci plášťů a krytů, včetně typu a tloušťky povrchu, který pokrývá výbušninu a tepelnou izolaci mezi povrchem krytu a výbušninou. V částečně vodivé struktuře také přehled typů a umístění spojovacích prvků, místa vhodná pro tok proudu a všechny lepené spoje.
 - (2) Umístění a způsob instalace plášťů a krytů vzhledem k zónám úderu blesku.
 - (3) Umístění a metody instalace vodičů a vedení uvnitř a vně krytů.
 - (4) Typy a umístění přístupových dvířek a krytek.

- (5) Rozměry vodičů, které mohou vést proud blesku a které procházejí výbušninou (viz krok e) článku 19.7.2).
 - (6) Umístění všech míst, ve kterých může dojít k teplotnímu nebo napěťovému jiskření.
- b) Pro systémy obsahující kapalnou výbušninu, tekutou hnací náplň a palivové systémy, se musí vytvořit přehled, který identifikuje:
- (1) Konstrukci nádrží (integrální nebo vnější) paliva nebo tekuté pohonné látky a kontejnerů pro výbušniny. Musí obsahovat typ a tloušťku povrchu a jakoukoliv teplotní izolaci mezi povrchem a výbušninou. V případě částečně vodivé struktury také přehled typů a umístění spojovacích prvků, místa vhodná pro tok proudu a všechny lepené spoje.
 - (2) Umístění nádrží a kontejnerů pro výbušniny s ohledem na zóny úderu blesku.
 - (3) Typ, umístění a metodu instalace pohonné látky nebo paliva a tlakové vedení, uvnitř a vně palivových nádrží.
 - (4) Umístění a metody instalace vodičů a vedení uvnitř a vně nádrží; rozměry všech vodičů, které mohou vést proud blesku a které jsou v kontaktu s tekutou pohonnou látkou nebo palivem (viz krok e) článku 19.7.2).
 - (5) Typ a umístění přístupových dvířek a krytek.
 - (6) Umístění všech bodů, ve kterých může dojít k teplotnímu nebo napěťovému jiskření.
- c) Identifikace všech žhavých míst a opatření proti nepřipustným teplotám.
- d) S ohledem na strukturu povrchu, ve kterém jsou přítomny výbušniny nebo palivo (nebo jejich výpary) je třeba:
- (1) Pro třídy zbraně A a D2 identifikovat místa s pevným hliníkovým povrchem v zóně 1A a 2A o tloušťce menší než 2 mm a identifikovat opatření pro ochranu tohoto povrchu.
 - (2) Pro zbraně třídy A a D2 v zónách 2A a 2B a pro všechny ostatní třídy zbraní určit minimální přípustnou tloušťku pro pevný hliníkový povrch.
 - (3) Určit minimální přípustnou tloušťku pro ocelové a titanové povrchy.
 - (4) Identifikovat všechny materiály z uhlíkových vláken (CFC), které jsou slabší než 5 mm a opatření pro jejich ochranu.
 - (5) Identifikovat ochranu ostatních konstrukcí, které mohou vytvářet riziko, jako jsou:
 - (a) Sendvičové panely vyráběné z vodivých, nevodivých nebo částečně vodivých materiálů nebo směsi takových materiálů.
 - (b) Pevné dielektrické povrchy.
- e) Identifikovat opatření proti průchodu proudu blesku uvnitř struktury obsahující výbušninu a palivo, nebo součástkami výbušného nebo

palivového systému. V případě, že není možno tyto proudy vhodným způsobem eliminovat, identifikujte opatření proti nebezpečí.

- f) Identifikovat spoje, spojky a opatření proti jiskření.
- g) Identifikovat lepené spojovací body a opatření proti průchodu proudy.
- h) Identifikujte opatření proti průchodu proudy v tlakovém potrubí tekuté pohonné směsi nebo paliva nebo alternativně v hliníkových strukturách identifikujte spojení, použité pro omezení průchodu proudy.
- i) Určit analýzou a/nebo zkouškami úroveň možného přeskočení nebo napětí, nutného k proražení izolace, uvnitř palivového nebo výbušného systému (včetně vodičů/trubek).
- j) Prokázat, že elektrické součástky palivových a výbušných systémů splňují doporučení této části a mohou čelit napětím uvedeným v kroku i) článku 19.7.2. Dokažte také, že jiskření nebo přeskočení se nemohou vyskytnout v libovolné části kabeláže palivového nebo pohonného systému, která je v kontaktu s palivem, tekutou pohonnou látkou nebo s jejími výpary.
- k) Identifikovat opatření, které zajišťují, nebo pokud je to nutné demonstrují, že EID nejsou ohroženy úderem blesku do jakékoliv části zbraně.
- l) Identifikovat opatření, které zajišťují, nebo pokud je to nutné demonstrují, že úderníkové detonátory a piezoelektrická zařízení nepředstavují riziko při úderu blesku do jakékoliv části zbraně.
- m) Určit zkoušky, které jsou nutné pro ověření shody s výše uvedenými požadavky a splnění požadavků článku 19.7.3 pro následující prvky:
 - (1) Panely, součástky a sekce sestav a struktur (dále požadavky kroku i) článku 19.7.2. Tam, kde se požaduje demonstrovat odolnost elektrických spojení mezi panely a spojovacími body, se musí pro každé spojení / spojovací bod specifikovat zkušební meze a provést zkoušky.
 - (2) Kompletní hlavní sestavy jako jsou nádrže pro pohonné látky a palivo, pláště raketových motorů a kryty výbušnin.
- n) Pokud se požadují zkoušky, musí se zvolit podle materiálové klasifikace v tabulce 508/4-2.
- o) Projednání palivového systému se provádí na základě eliminace jiskření ať už teplotního nebo napěťového. Detekční metody pro snížení citlivosti na napěťové jiskření pod 0,2 mJ nebo lepší, viz příloha E této části, článek E.3.3. Informace, které uvádějí úroveň citlivosti pro výbušniny, se musí odvodit z dokumentu STANAG 4170 [2] nebo se určují speciálně pro tekuté pohonné látky.

19.7.3 Povinné zkoušky

Zkoušky se musí vždy provádět v následujících případech:

- a) Když není možno výsledky demonstrovat srovnáním s dříve schváleným systémem nebo analýzou pro omezení jiskření, oblouku, pronikání oblouku a žhavých bodů.

- b) Když jsou pochyby, zda zkoušky jiskřením (viz příloha E této části, článek E.5.3) na panelech nebo částech budou reprezentativní v celém rozsahu podmínek vzhledem k proudové hustotě a rozložení a úrovní indukovaného napětí (a tedy počtu a rozložení míst možného jiskření), musí se provést zkoušky na hlavní sestavě. Pokud jsou pochyby, že takové zkoušky nebudou schopny objevit přítomnost všech jiskření, nebo že bylo vyhodnoceno málo žhavých bodů pomocí tabulky 508/4-C2 v příloze C této části. Zkoušky úplného systému nebo zkoušky hořlavým plynem se musí provést v souladu s přílohou E této části, článek E.5.4.
- c) Když není možné provést měření a analýzu úrovní indukovaného napětí, nebo srovnání s dříve schválenými systémy, že jiskření a přeskok v palivovém nebo výbušném systému vodičů se nevyskytne, zkouška se musí navrhnout pro ujištění, že takové nebezpečí se nevyskytne. Pokud není příslušnou národní autoritou odsouhlaseno jinak, musí se zkoušku provádět na hlavní sestavě a může se jednat buď o zkoušky jiskření (viz příloha E této části, článek E.5.3), zkoušku hořlavým plynem (viz příloha E této části, článek E.5.4) části systému nebo zkoušku úplného systému (viz krok e) článku 19.7.3). Při provádění těchto zkoušek se musí provádět simulace úplné hrozby úrovněmi indukovaného napětí.
- d) Když není možné provést měření a analýzu úrovní indukovaného napětí, nebo srovnání s dříve schválenými systémy, že EID nepředstavuje riziko, musí se provést zkoušky pro ověření, že takové riziko nehrozí.
- e) Zkoušky části systému nebo zkoušky úplného systému se musí provádět vždy na kompletní zbrani ve shodě s požadavky přílohy F této části, pokud není stanoveno, že nehrozí žádné nebezpečí od výbušnin nebo EID. Pokud se provádějí zkoušky části systému, musí se prokázat, že tyto zkoušky jsou vhodné pro vyhodnocení nebezpečí.

19.8 Zkušební metody blesku

19.8.1 Úvod

Zkušební metody vhodné pro zařazení do zkušebního plánu (TP), pokud se zjistí, že zkoušky LHDA jsou nutné, jsou uvedeny zde.

19.8.2 Zkušební metody

Metody se musí zvolit z tabulek 508/4-1 a 508/4-2 podle zjištěných interakčních jevů a mechanismů poškození. Pro hodnocení poškození a vlivů způsobených přímým úderem blesku se mohou použít všechny zkoušky, ale zkoušky označené hvězdičkou jsou vhodné pouze pro blízký úder blesku.

19.8.3 Všeobecné zkušební podmínky

Použit se musí následující požadavky:

- a) Všechny zkoušky se musí provádět ve zkušebnách schválených příslušnou národní autoritou.
- b) Národní autorita musí mít k dispozici dokumenty, že všechna diagnostická a měřicí zařízení byla kalibrována v souladu s běžnou praxí a výsledky

byly vypočteny se základních fyzikálních principů, s nejistotou měření, která odpovídá požadavkům.

- c) Pokud není uvedeno jinak, musí se zkušební průběhy definovat podle [1]. Průběhy pro simulaci prostředí blízkého úderu blesku se musí určit z poznámek uvedených v příloze H.
- d) Zkušební položky pro zkoušky popsané v příloze A se musí uspořádat s koaxiálním nebo kvazi koaxiálním systémem zpětného vodiče, jak je podrobně popsáno v odpovídajících zkouškách. Návod pro uspořádání takového systému je uveden také v příloze A.
- e) Zkušební položky se musí odebrat z běžné výroby, nebo odpovídající prototypové řady. Alternativně se může použít elektricky reprezentativní simulace výrobního uspořádání se souhlasem příslušné národní autority.
- f) Změny různých měřících metod je možno provádět pouze se souhlasem národní autority.

TABULKA 508/4-1 – Schválené zkušební metody

Klasifikace vlivu	Zkušební metoda	
	Název	Zkušební odkazy
Přímé vlivy	Propálení kovu	Tabulka 508/4-C1
	Formátování žhavého bodu	Tabulka 508/4-C2
	Poškození CFC povrchu obloukem	Tabulka 508/4-C3
	Poškození kovových sendvičových panelů s nevodivým voštinovým jádrem obloukem	Tabulka 508/4-C4
	Poškození tenkých kovových sendvičových panelů s žáruvzdornou vrstvou obloukem	Tabulka 508/4-C5
	Poškození sendvičových CFC panelů s nevodivým voštinovým jádrem a bez žáruvzdorné vrstvy obloukem	Tabulka 508/4-C6
	Ohmický ohřev	Tabulka 508/4-C7
	Magnetické síly	Tabulka 508/4-C8
	Akustická rázová vlna	Tabulka 508/4-C9
Nepřímé vlivy a vliv blízkého úderu na úplnou zbraň	Impulzní zkoušky	Příloha B článek B.7.5* Úrovně [1] Příloha B
Nepřímé vlivy a vliv blízkého úderu na části zbraně	Měření indukovaného napětí	Příloha B článek B.8.9*
	Zkouška integrity izolace	Příloha B článek B.8.10*
Nepřímé vlivy a vliv blízkého úderu na zařízení *Použitelné pro posouzení blízkého úderu blesku	Impulzní zkouška	Příloha B článek B.3
	Zkouška injektáže tlumené sinusovky	Příloha G článek G.5*
	Zkouška injektáže zemního napětí	Příloha G článek G.6*
	Násobné skupiny impulzů (pouze zbraně třídy A a D1)	Příloha G článek G.6.3* Průběh podle obrázky 2 a 4 v [1]
Nepřímé vlivy a vliv blízkého úderu na komplexní zbraň (zbraň třídy B)	Pro tyto vlivy se neuvažují žádné generické zkoušky	
Vliv prvotního úderu	Zkouška průrazu dielektrika	Příloha D
Přímý a nepřímý vliv, který může ovlivnit výbušninu a palivo	Tabulka 508/4-2	Tabulka 508/4-2

TABULKA 508/4-2 – Zkoušky použitelné pro výbušné materiály

Zkoušky		Systémy s tekutým palivem a pohonnou látkou	Výbušné systémy s pevnou náplní včetně pevných pohonných				
			Podmínka 1 1)	Podmínka 2 2)	Podmínka 3A 3)	Podmínka 3B 3)	Všechny podmínky 5)
Název	Odkazy	Tekuté výbušniny Sypký materiál	Sypký materiál	Sypký materiál	Sypký materiál	Sypký materiál	Zažehovače, zapalovače a rozbušky
Zkoušky obloku a dalších přímých vývů	Příloha C, Tab. C.1-C.9	X	X	X			X 4)
Zkouška jiskření	Příloha E, čl. E.5.3	X	X				
Zkouška hořlavým plynem	Příloha E, čl. E.5.4	X	X				
Měření indukovaného napětí	Příloha B, čl. B.8.9						X
Integrita izolace	Příloha B, čl. B.8.10						X
Zkouška požadavků částí systému	Příloha F, čl. F.5						X
Zkouška požadavků úplného systému	Příloha F, čl. F.4			X			X
Zkouška úplného systému	Příloha F, čl. F.3				X		X
POZNÁMKY							
1 - Výbušniny (včetně pevné pohonné směsi) odstraněny, včetně zažehovačů a rozbušek (nebo inertní) beze změny elektrických vlastností nebo charakteristik jiskření.							
2 - Výbušniny (včetně pevné pohonné směsi) odstraněny, ale zažehovače a rozbušky zůstávají pro zajištění elektrických vlastností nebo charakteristik jiskření.							
3 - Výbušniny (včetně pevné pohonné směsi), zažehovače a rozbušky zůstávají pro zajištění elektrických vlastností nebo charakteristik jiskření na místě; A – Pouze postačující výbušniny zůstávají na místě pro zajištění reakce; B – všechny výbušniny zůstávají na místě, protože není možno jiným způsobem zajistit elektrické vlastnosti nebo charakteristiky jiskření.							
4 - Pokud se požaduje ověření vlivu magnetické síly a rázu na úderník a piezoelektrická zařízení							
5 - Elektricky rozněcovatelné roznětky a rozbušky se normálně zkouší za pomoci vybavených zařízení pro měření proudu/napětí kontakt-kontakt v celkově inertním systému. Někdy jsou nutné zkoušky úplného systému s aktivními rozněcovači/rozbuškami typu prošel/neprošel při úrovni úplné hrozby.							

ČOS 051627
5. vydání
Změna 1
Kategorie 508/4

(VOLNÁ STRANA)

PŘÍLOHY

NÁVOD PRO KONSTRUKCI A POSUZOVÁNÍ MUNICE

A.1 Potřeba zkoušek

Podstatou LHDA/LPP je skutečnost, že posuzování se musí provádět analýzou konstrukce. Tato analýza se obvykle provádí pomocí výpočtu, modelováním a porovnáváním se známými přijatými konstrukcemi a metodami ochrany a srovnáním s dříve schválenými systémy s podporou, pokud je to nutné, zkouškami ve shodě s metodami uvedenými v článku 19.8. LHDA tedy musí identifikovat potřebu zkoušek a pokud jsou zkoušky potřebné, musí se připravit zkušební plán (TP) podle požadavků uvedených v článku 19.5.

Zkoušky bez formálního zkušební plánu (TP) se také mohou vyžadovat pro části součástek a materiálu pro získání informací které pomáhají konstrukci a vývoji a při výběru vhodných součástek a materiálu. Pokud se takové vývojové zkoušky provádějí, mohou se výsledky za určitých okolností nabídnout příslušné národní autoritě jako část požadovaných formálních zkoušek LHDA.

A.2 Zkušební plán, harmonogram a zkušební protokol

Zkušební plán je určen jako podrobný dokument, který jasně definuje důvod a způsob provádění zkoušek a jaká měření je třeba zaznamenat. Z tohoto hlediska je třeba ve spolupráci se zkušebnou vytvořit harmonogram zkoušek (TS) a zapracovat ho do zkušební plánu. Harmonogram zkoušek musí podrobně popisovat pořadí zkoušek, a jakým způsobem se budou zkoušky kombinovat (pokud je to možné), dále je třeba odsouhlasit národní autoritou případné odchylky od harmonogramu zkoušek, které se vyskytnou v průběhu zkušební procesu.

Zkušební protokol musí obsahovat konečný TP a TS, spolu s výsledky zkoušek, které musí obsahovat nezpracované výsledky s analýzou, která má za úkol definovat závěry a doporučení pro další zkoušky nebo úpravy konstrukce.

A.3 Faktory ovlivňující zkušební vzorky

Pokud se určuje počet zkušebních vzorků a počet úderů do jednoho vzorku, je třeba mít na paměti, že opakované průchody vysokých úrovní proudu připojovacími body snižují tendenci jiskření. Tato skutečnost je známá jako adaptace. Pokud se do jednoho vzorku přivádí několik úderů, musí se počítat s časem na zotavení. Pokud se provádí zkoušky vedených a připojovaných úderů, musí se nejdříve provádět vedené údery.

Počet zkušebních vzorků je obvykle omezen a obecně se předpokládá, že na jednom vzorku se musí provést více než jedna zkouška (zástupné zkoušky). Z tohoto důvodu je třeba postupovat při určování pořadí zkoušek opatrně, zda je možné po zkoušce, která může způsobit poškození vzorku, pokračovat další zkouškou. Toto upozornění se týká i případu, kdy je opatření provedené na ochranu zbraně určené pouze pro jeden úder.

A.4 Kombinace zkoušek

Pokud se vyšetřuje více než jeden mechanismus poškození, je v některých případech možné kombinovat požadavky několika zkoušek do jedné zkoušky za předpokladu, že je možné rozpoznat splnění požadavků jednotlivých zkoušek. Povoleno je např. provádět zkoušky vedené magnetické síly, zatímco ostatní prováděné zkoušky, které vyžadují zkušební proudy s vysokým akčním integrálem,

Příloha A

umožňují splnit relativní požadavky průběhu. Podobně se povoluje provádět společné zkoušky přímých a nepřímých vlivů.

A.5 Zkoušky posouzení nebezpečí pro výbušné materiály

Účinky blesku na výbušný materiál jsou vysvětleny v příloze B této části, článek B.1. Zkoušky posouzení nebezpečí pro výbušné materiály jsou uvedeny v příloze G a H. Zkoušky uvedené v příloze G se provádí na základě zkoušek palivových systémů letadel použitých v příloze H a obsahují zkoušky úplných systémů (živé části a komplety) a částí systémů.

Prvotní zkoušky se používají v případě, že není žádná jiná cesta pro demonstraci, že zbraň nepředstavuje nebezpečí a zkoušky se mohou provádět na úplné zbraně s pohonnou směsí a výbušninou, spolu s rozněcovači a zapalovači na místě pro zachování charakteristik jiskření a elektrických vlastností. Protože zkoušky vyžadují obklopení zbraně ochranným obalem proti účinkům výbuchu a speciální přenosný generátor blesku, je možno tuto zkoušku vynechat, pokud je to možné. I když, pokud je problém provést zkoušky aktivních částí úplného systému, může být provedení předchozích zkoušek snadnější. Zkouška aktivních částí se může použít v případě, kdy je možno hlavní část výbušného materiálu (bojovou hlavici nebo pohonnou jednotku) oddělit bez narušení elektrických vlastností, a ponechat pouze odpovídající výbušninu ke sledování reakce. Výsledky zkoušek se musí zpracovat statisticky, malá důvěra se musí přikládat faktu, že jeden vzorek odolá zkušební hrozbě.

Jak bylo uvedeno výše, zkoušky úplné zbraně se musí provádět jako poslední nouzové řešení v případě, že odstranění výbušniny a rozněcovačů může narušit elektrické vlastnosti zbraně a vytvoření oblouku. Zkoušky jiskření a hořlavým plynem se pak mohou zaměřit jinak.

Příkladem, zda je třeba provádět zkoušky úplné zbraně nebo komplety a aktivních částí, je případ, kdy může žhavý bod roznitit sypký materiál, ale teplota žhavého bodu, který způsobí roznícení, není známá. Nebo pokud jiskření v sypkém materiálu způsobí roznět a není záruka, že by se takové jiskření nemohlo vyskytnout.

Předpokládá se, že zkoušky částí systému se použijí v případě, že je možno výbušninu / pohonnou směs odstranit bez narušení elektrických vlastností, ale ze stejného důvodu musí zapalovače/rozbušky zůstat na místě. Stejně předpoklady se používají při zkouškách částí systému s výjimkou případu, kdy cena opakovaných zkoušek může obecně omezovat odstranění zapalovačů a rozbušek (navíc každé opakování zkoušky ve zkušebním zařízení zvyšuje cenu).

Zvláštní pozornost je třeba věnovat zkouškám EID, když:

- a) Vybavení EID pro monitorování indukovaného proudu v režimu kontakt-kontakt a kontakt-kryt, systém pro přenos dat mezi vybaveným a záznamovým zařízením nemůže ovlivnit elektrické vlastnosti vztahující se k EID nebo indukovat v EID rušivé signály. Toto je obecně zaručeno použitím optických vláken nebo mikrovláknových sestav pro přenos údajů mezi zkoušeným EID a vzdáleným záznamovým zařízením. Alternativně se mohou data přenášet prostřednictvím velmi dobře stíněných koaxiálních linek připojených ke konektorům na povrchu zbraně. Velmi důležité je zajistit, aby se během zkoušky nevyskytly žádné indukované poruchy vybavení.

- b) Není možno umístit měřicí systém uvnitř munice nebo zbraňového systému, a pokud se vyžaduje reakce aktivního EID v režimu kontakt-kontakt nebo kontakt-kryt, musí se před a po každé zkoušce bleskem zaznamenat odpor všech EID.
- c) Počet zkoušek závisí na tom, zda je EID aktivní nebo vybavené. Pokud se zkoušky provádí s vybaveným EID, požadují se minimálně tři zkušební posloupnosti. Zkušební posloupnost se definuje jako řada impulzů pro dané uspořádání munice nebo zbraňového systému.

NÁVOD POSOUZENÍ NEBEZPEČÍ NEPŘÍMÝCH VLIVŮ

B.1 Úvod

Tato příloha dává návod pro posuzování a zkoušky, týkající se ověřování úrovně ochrany zbraní proti nebezpečí vznikajícímu nepřímými účinky blesku.

Článek B.2 popisuje vazební mechanismus, článek B.3 uvádí filozofii odstranění nebezpečí, zatímco články B.4 a B.5 diskutují použití zkoušek nepřímých vlivů na úplné zbraně, případně její části. Článek B.6 dává návod týkající se zkoušek nepřímých vlivů pro ověření možných přeskokových napětí.

B.2 Souhrn mechanismů nepřímých účinků

Nepřímé účinky jsou způsobeny vazbou magnetického a elektrického pole proudu blesku procházejícího zbraní nebo samotného bleskového kanálu. Mohou také vzniknout jako důsledek přímého, blízkého nebo vzdáleného úderu blesku. Základní účinek je ten, že proud indukovaný na povrchu zbraně má za následek proud a napětí ve vnitřních vodičích. Amplituda bude záviset na elektromagnetickém stínění, které poskytuje okolní struktura. Elektronická zařízení jsou tedy vystavena přechodovým jevům, které mohou způsobit chyby funkce nebo trvalé poškození, pokud není provedena odpovídající ochrana.

Jinými slovy řečeno, přechodové napětí se injektuje do vodičů zbraně a procházející proud závisí na impedanci obvodu. Přímý průnik přechodového pole do zařízení není obvykle důležitý, protože zemněné kryty poskytují dostatečné stínění proti magnetickému i elektrickému poli. Průběh přechodového napětí je často velmi komplexní ale obvykle obsahuje jednu nebo několik složek.

B.3 Prověření zbraně

B.3.1 Základní úvaha

Školní znalosti říkají, že se vždy musí provádět zkouška poruch celkovou hrozbou, buď na systémové sestavě injektáží do více bodů, nebo přednostně během impulzních zkoušek úplné zbraně. S ohledem na pozdější preference je zřejmé, že pouze zkoušky zbraně při úplném ohrožení vytvoří prostředí, které odpovídá blesku s odpovídající amplitudou a fází napětí a proudu na kabelech a elektromagnetickým polem v prostoru zařízení.

Další názor je ten, že tento způsob zkoušky nemůže reprodukovat skutečné vybuzení, které se vyskytuje v praxi (z toho důvodu, že je příliš složité vysvětlit zde celý proces přírodního blesku) a že všechny proměnné a zanedbané veličiny se mohou projevit v rozšíření odpovídající rezervy. Tato rezerva se používá mezi úrovněmi získanými z kvalitně ověřené analýzy a úrovněmi použitými při zkoušce, kterou se zbraň ověřuje. Tato část přijímá pozdější vysvětlení a vyžaduje schválení rezervy národní autoritou. Tato rezerva je menší pro „metodu ověřování s vysokou důvěrou“ a vyšší pro „metodu s nižší důvěrou“ nebo v případě, že je vysoká důležitost zařízení. Pokud není možno takového odsouhlasení dosáhnout, musí být rezerva 12 dB z hlediska bezpečnosti (např. odpalovací obvody a pohonné směsi) a 6 dB z hlediska spolehlivosti použití, pokud se nepožaduje bezpečnost.

B.3.2 Definování úrovní

Termíny, které se používají pro popis přechodových úrovní zbraně a zařízení jsou uvedeny v definicích.

Místo termínu TCL, používaného v civilních normách se musí používat termín skutečná přechodová úroveň (ATL), která se definuje následovně:

ATL je úroveň přechodového napětí a/nebo proudu, která se objeví na rozhraní zařízení jako důsledek externího prostředí. Tato úroveň může být menší nebo stejná jako TCL, ale nesmí být vyšší.

Je třeba poznamenat, že některé možné ATL pro jednotlivá rozhraní zařízení závisí na způsobu připojení blesku k vozidlu a uspořádání vozidla. Civilní definice neříká nic o obálce a ustanovení nejhoršího případu jako TCL. Z tohoto důvodu byly definice pro tuto část zvláště vytvořeny.

B.3.3 Použitelnost posouzení

Tato část předpokládá, že posouzení vyžadují pouze nové instalace. Pokud je třeba posoudit již existující instalaci, musí se použít přizpůsobené požadavky článku 19.6. Předpokládá se, že posuzování nového projektu začíná ve stádiu návrhu a že nová zbraň bude eventuálně „mimo kryt“ nebo bude vložena do nového zařízení, které se může kvalifikovat před impulzními zkouškami.

Jak bylo zmíněno v článku B.3.1, bude instalace zbraně příliš komplexní pro posouzení za pomoci samotného měření a musí se použít modelování ověřené zkouškami. Modelování se nepožaduje pro jednoduché zbraně.

Kmitočtový obsah pro vysoké kmitočty (HF) získaný modelováním nebude příliš přesný. I když kmitočty budou správné, jejich amplitudy budou jiné než ty, které se vyskytují v praxi. Toto je způsobeno faktem, že pro analytické účely se průběh blesku nahrazuje dvojitou exponenciálou, která se od reality odlišuje následovně:

- a) Za prvé, skutečný blesk obsahuje mnoho špiček a rychlých změn, zvláště ve fázi prvotního úderu, a protože nejsou v průběhu dvojitě exponenciály postiženy, důsledkem je skutečnost, že skutečný kmitočtový obsah vysokých kmitočtů (HF) je jiný než se uvádí při analýze.
- b) Za druhé, průběh dvojitě exponenciály se odchyluje od tvaru, který má typický zpětný úder, protože se předpokládá jeho okamžité spuštění, a tedy zdůraznění HF energie na počátku průběhu (hrana prvotního úderu), protože di/dt představuje maximální hodnotu v čase nula. Na rozdíl od toho má skutečný zpětný úder blesku pomalejší spuštění; nárůst je zpočátku nulový a postupně se zvyšuje na maximální hodnotu před vrcholovým proudem. Z těchto důvodů předpokládá použití dvojitě exponenciály mnohem hrubší odhad HF, než je tomu ve skutečnosti.

Protože tyto faktory mají protichůdný účinek, musí se odhad HF reakce (tlumená sinusovka) provádět s mnohem vyšší opatrností než rozhodování o TCL.

B.3.4 Požadavky posuzování

Souhrn všech kroků pro shodu (použití cest A, B, C a D) jsou uvedeny ve vývojovém diagramu na obrázku 508/4-B1. Obrázky 508/4-B2 a 508/4-B3 představují histogramy, které ilustrují vztah různých úrovní.

B.3.4.1 Pokud je nutný model

Pokud je nutný model, musí se posouzení provádět následovně:

- a) Prozkoumat pravděpodobnou instalaci a přehodnotit vývoj projektu pro rozhodnutí o zájmových systémech a cestách kabelů.
- b) Rozhodnout o vstupních bodech, které pravděpodobně způsobí maximální vazbu do zájmových kabelů systému.
- c) Namodelovat zbraň, systémy atd., které jsou předmětem zájmu při plném ohrožení pro všechny vstupní body definované v článku B.3.4.1b), pro uspořádání daná v článku B.3.4.1a) a překontrolujte vývoj projektu. Stanovit pravděpodobné reakce proudů v kabelech, které jsou předmětem zájmu pro tlumenou sinusovku (DS) a průběhy odpovídající střednímu impulzu (IP), krátkému impulzu (SP) a dlouhému impulzu (LP) a podle toho určit CTL.
- d) Určit ETDL pro výběrové/prvotní zkoušky zařízení:
 - 1) Přidáním odsouhlasených mezí k CTL nebo,
 - 2) pokud je v projektu ještě příliš brzy pro modelování uvedené v článku B.3.4.1c) musí se zvolit základní úroveň mezí. Pokud je představa o umístění a dispozicích zařízení a kabelů ještě příliš nejasná mohou se odpovídající ETDL zvolit za pomoci kategorií a úrovní v [1]. Tyto hodnoty ETDL je nutno před použitím přehodnotit.
- e) Zvolit nebo vyzkoušet zařízení následujícím způsobem:
 - 1) Volbou z dříve zkoušených zařízení, kvalifikovaných na úroveň nejméně tak vysokou jako ETDL určené v kroku d)1) článku B.3.4.1, nebo pokud ještě nebyl vytvořen model ze zařízení kvalifikovaných pro úroveň uvedenou v kroku d)2) článku B.3.4.1.
 - 2) Zkouškami nových zařízení vhodnou úrovní podle kroků d)1) a d)2) článku B.3.4.1.Úroveň, kterou se zařízení zkoušelo, se musí označit jako EQL.
- f) Výpočtem nebo jinou metodou navrhnout systém zpětných vodičů přijatelný pro národní autoritu, který vytvoří takové rozložení povrchových proudů, které se může vyskytnout v pracovním prostředí.
- g) Zvolit takovou cestu systému a kabelů, po které je možno provádět impulzní zkoušky, zvolením případů, ve kterých je možno modelu důvěřovat a kdy je možno o výsledcích modelování pochybovat.
- h) Pokud je to možné, provést na zbrani impulzní zkoušky a získejte MTL. Analyzovat průběh, určit každou složku průběhu pro DS, SP, IP a LP reakci, která je přítomná v naměřeném průběhu.
- i) Extrapolovat MTPL pro úplnou hrozbu určením TTL.
- j) Srovnat TTL v článku B.3.4.1i) s odpovídajícími CTL z kroku c) článku B.3.4.1. Pokud je mezi nimi rozdíl menší než 6 dB rozhodnout o TCL

nalezením reakcí odpovídající nejhoršímu případu všech uspořádání a vstupních bodů stanovených v krocích c) a i) článku B.3.4.1. (Pokud je rozdíl mezi odpovídající hodnotou CTL a TTL větší než 6 dB, musí se zjistit příčina a provést příslušná opatření pro řešení rozdílů).

- k) Přidat odsouhlasené rezervy definované výše a rozhodnout o zdůvodnění ETDL nutných pro všechna zařízení.
- l) Vyzkoušet každé zařízení, které není kvalifikované na zdůvodněné ETDL odvozené v kroku k) článku B.3.4.1.
- m) Srovnat TCL získané v kroku j) článku B.3.4.1 s EQL získanými v kroku e) článku B.3.4.1 a zaznamenat rezervy.
- n) U každého zařízení, u kterého jsou rezervy získané v kroku m) článku B.3.4.1 menší než odsouhlasené:
 - (1) Provést úpravy a nové zkoušky, zda nové rezervy vyhovují.
 - (2) Z odolnit instalaci tak, aby se snížila hodnota TCL a ověřit zda upravené TCL vyhovují požadovaným rezervám.

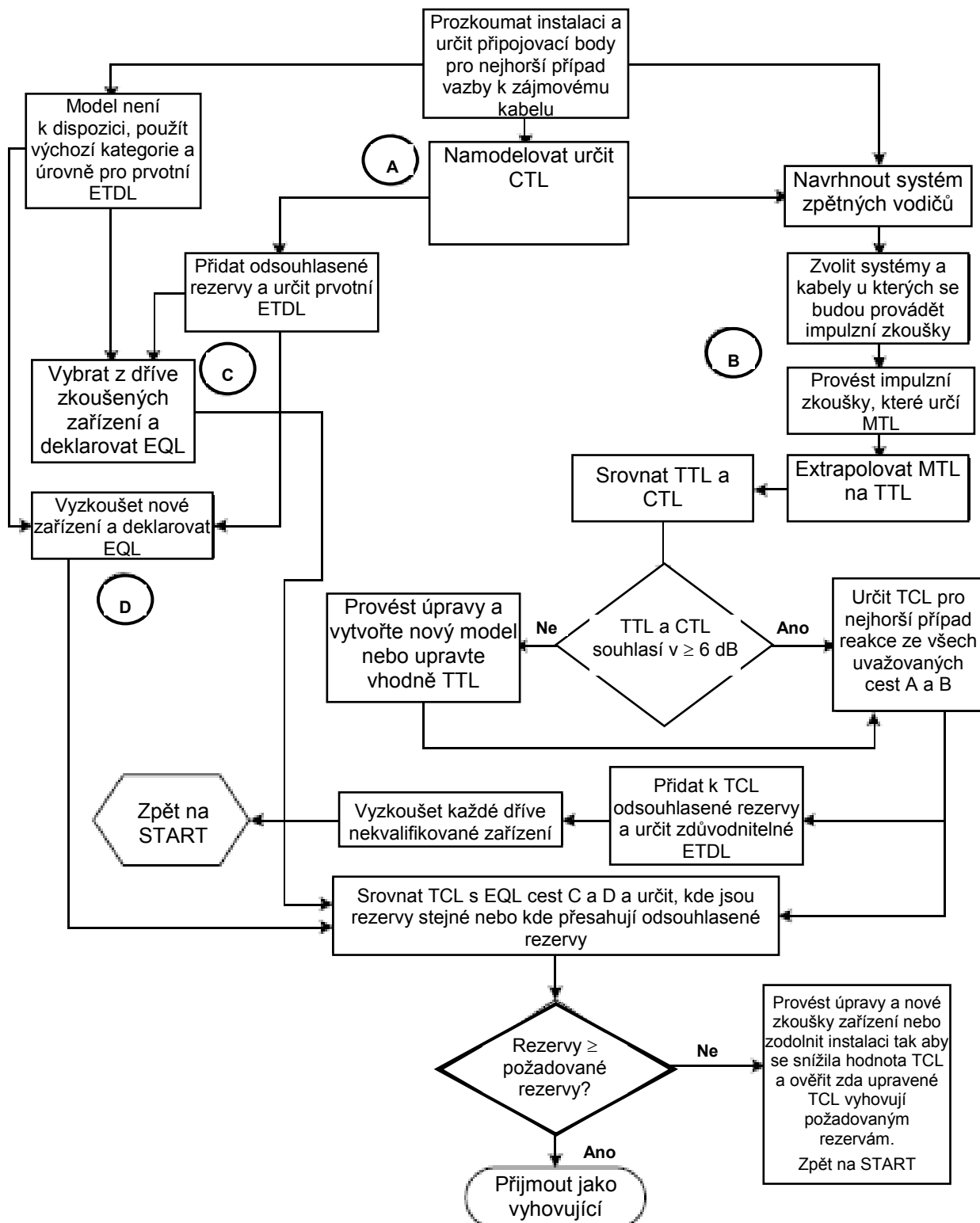
B.3.4.2 Pokud není model nutný

- a) Prozkoumat pravděpodobnou instalaci a přehodnotit vývoj projektu pro rozhodnutí o zájmových systémech a cestách kabelů.
 - b) Rozhodnout o připojovacích bodech, které pravděpodobně způsobí maximální vazbu do zájmových kabelů systému.
 - c) Rozhodnout o pravděpodobných kategoriích každého zařízení podle [1].
 - d) Zvolit dříve zkoušená zařízení nebo nově vyvíjená zařízení, která se musí zkoušet, převzít ETDL, které jsou uvedeny v [1].
 - e) Zvolit nebo vyzkoušet vhodná zařízení:
 - 1) Výběrem dříve zkoušených zařízení, která jsou kvalifikována na úroveň nejméně tak vysoké, jaké byly určeny v kroku d) článku B.3.4.2.
 - 2) Zkouškami nových zařízení na úroveň dané v kroku d) článku B.3.4.2.
- Úroveň, při které se zařízení zkoušelo, se musí označit jako EQL.
- f) Výpočtem nebo jinou metodou navrhnout systém zpětných vodičů přijatelný pro národní autoritu, který vytvoří takové rozložení povrchových proudů, které se může vyskytnout v pracovním prostředí.
 - g) Zvolit takovou cestu systému a kabelů, po které je možno provádět impulzní zkoušky.
 - h) Pokud je to možné, provést na zbrani impulzní zkoušky a získat MTL. Analyzovat průběh, určit každou složku průběhu pro DS, SP, IP a LP reakci, která je přítomná v naměřeném průběhu. Extrapolovat MTPL pro úplnou hrozbu určením TTL.
 - i) Srovnat výsledky získané v kroku h) článku B.3.4.2 se zdůvodnitelnými rezonancemi kabelů při zohlednění všech nelinearit. Upravit TTL pro odvození nových TCL.

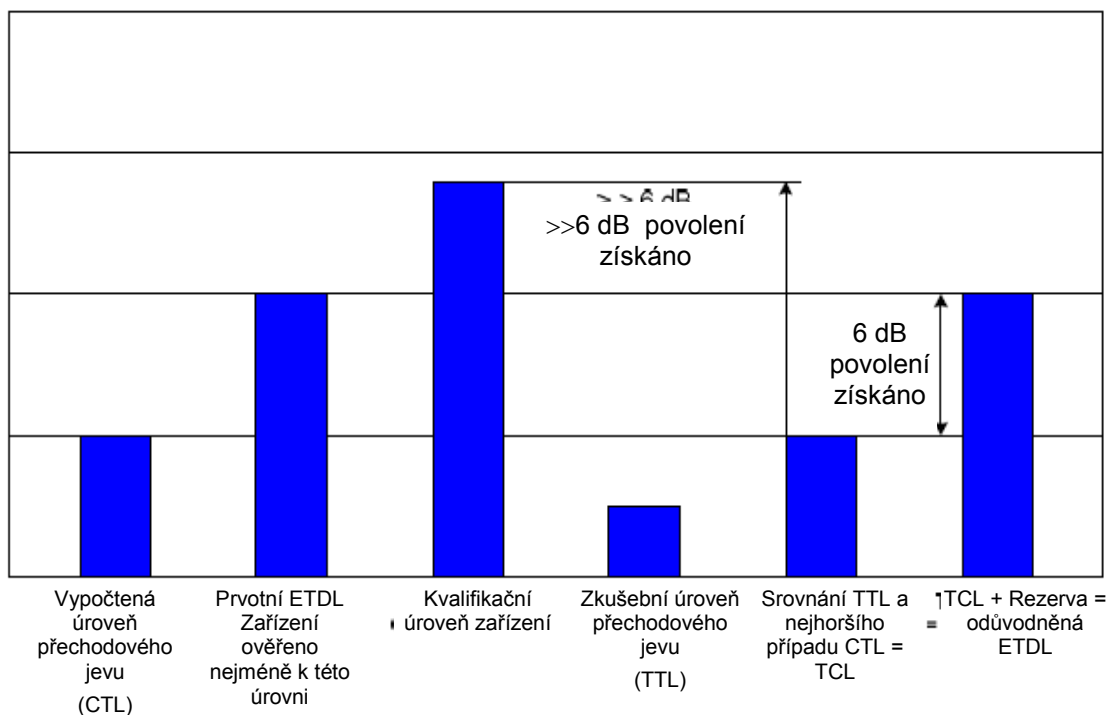
- j) Přidat odsouhlasené rezervy definované výše a rozhodnout o zdůvodnění ETDL nutných pro všechna zařízení.
- k) Srovnat TCL získané v kroku j) článku B.3.4.2 s EQL získanými v kroku e) článku B.3.4.2 a zaznamenat rezervy.
- l) U každého zařízení, u kterého jsou rezervy získané v kroku k) nebo i) článku B.3.4.2 menší než odsouhlasené:
 - (1) Provést úpravy a nové zkoušky, zda nové rezervy vyhovují.
 - (2) Zodolnit instalaci tak aby se snížila hodnota TCL a ověřit zda upravené TCL vyhovují požadovaným rezervám.

B.3.4.3 Souhrn

Je třeba upozornit, že pro stejné rozhraní se mohou získat dva soubory ETDL. Jmenovitě se jedná o hodnoty použité pro zvolená zařízení a zkoušená zařízení před impulzními zkouškami a jsou odvozeny z TCL, které jsou k dispozici po provedení impulzních zkoušek. Tyto dva soubory ETDL nemají stejné hodnoty.



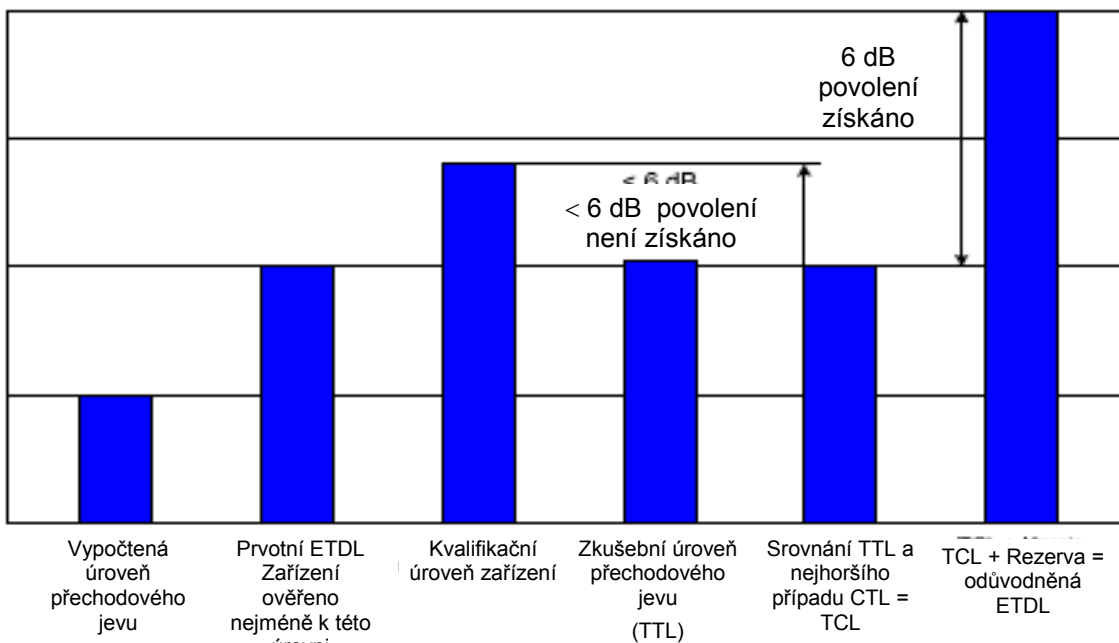
OBRÁZEK 508/4-B1 – Cesta pro získání shody pokud je nutný model



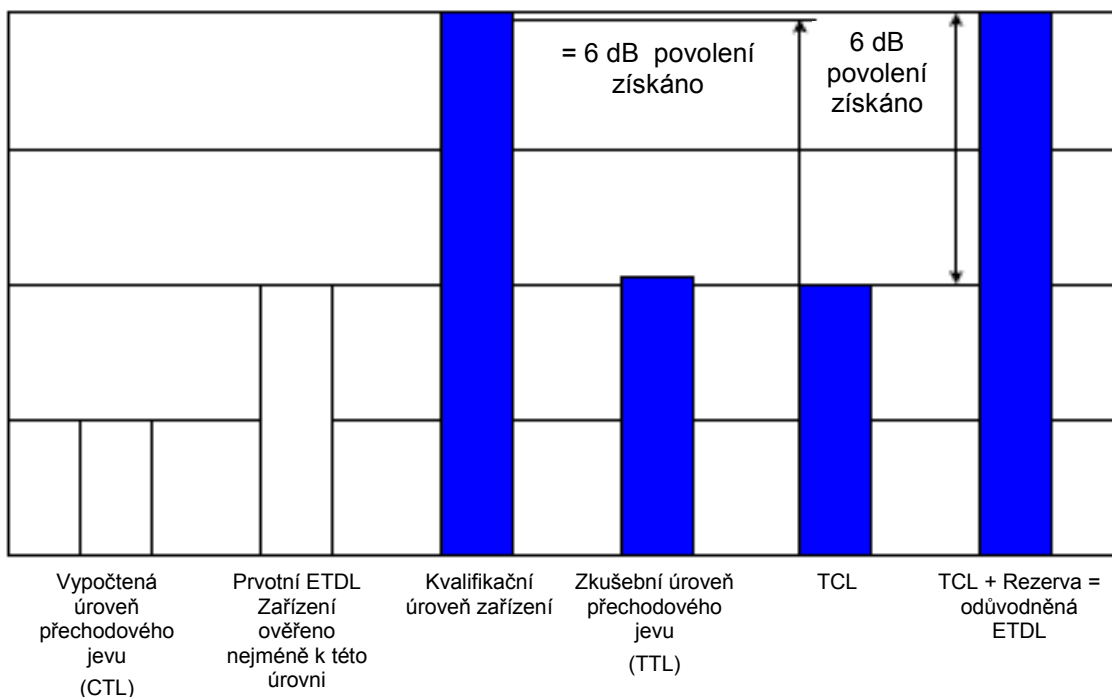
TTL je menší než CTL a CTL se tedy použije jako TCL která spolu s rezervou vytvoří odůvodněnou ETDL, která je nižší než kvalifikační úroveň, takže povolení je získáno.

OBRÁZEK 508/4-B2 – Zobrazení různých úrovní TTL < CTL

Povolení se získá bez změny kvalifikace zařízení nebo návrhu.



TTL je menší než CTL a CTL se tedy použije jako TCL která spolu s rezervou vytvoří odůvodněnou ETDL, která je vyšší než kvalifikační úroveň, takže povolení není získáno.



TCL > CTL, ale zařízení bylo přepracováno a je nyní ověřeno pro vyšší kvalifikační stupeň, takže povolení je získáno

OBRÁZEK 508/4-B3 – Zobrazení různých úrovní TTL > CTL

Povolení se původně nezískalo, zařízení se musí překvalifikovat.

B.3.5 Zkoušky zařízení

Pro získání TCL a tedy i ETDL pro zkoušky zařízení, se při zkouškách úplných systémů provádí na kabelových svazcích, které jsou předmětem zájmu, měření proudu v kabelových svazcích, V průběhu zkoušek, se používá injektáž proudu (při zkouškách tlumenou sinusovkou) pro vybuzení kabelových svazků zařízení a proudovou sondou se měří MTL proud. Je třeba si uvědomit, že vztah proudů jednotlivých vodičů vzhledem k proudu v kabelovém svazku, který se vyskytne při zkouškách zařízení není nutně stejný jako vztah, který se vytvoří ve stejném měřicím bodě na stejném kabelu v průběhu zkoušek úplné zbraně. Hodnota rezervy 12 dB, která se přidává k TCL pro získání ETDL je vlastně činitel nejistoty, který se vztahuje k nedostatkům měření a nedostatkům zkoušek úplného systému.

Možný způsob, jak snížit velikost rezervy, by mohla být kvalifikace zařízení jako nejreprezentativnější maketa struktury zbraně. Různá zařízení se pak umísťují na tuto maketu, s takovým provedením kabelových svazků, které nejvíce odpovídá vybuzení, které se pak vyskytuje ve skutečné zbraně při reprezentativním proudu blesku, který prochází strukturou makety.

V průběhu impulzních zkoušek, se získávají reakce v jednotkách proudů kabelového svazku v bodech, které jsou předmětem zájmu. Podobně se získávají i rezervy při zkouškách zařízení pro průběh tlumené sinusovky a krátké, střední a dlouhé impulzy. Toto je další důvod, pro rezervu 12 dB a pro provádění zkoušek přeskoků v nesymetrickém režimu a průrazu izolace podle článku D.7.5.4.

Zkoušky zařízení nebo raději ověření zařízení odsouhlasenými úrovněmi jsou počátečním i konečným bodem provedení ověření úrovněmi, které stanovil akviziční orgán, často ještě před tím než je známé umístění zařízení ve zbraně. Úrovně se pak musí posoudit nebo přehodnotit pro dokončení vyhodnocení ochrany proti přechodovým jevům blesku, spolu s následným přezkoušením (nebo úpravou instalace) pokud tak určují TCL a rezervy.

Je nutno poznamenat že úrovně uvedené v [1] a dané v příloze G této části a používané, když nejsou známé TCL jsou určeny pro letadla. Předpokládá se, že tyto úrovně je možno použít pro zbraně.

B.4 Zkoušky nepřímých účinků na úplnou zbraň

B.4.1 Simulace prostředí

Ověření se musí provádět na základě analýzy výsledků zkoušek úplné zbraně. Bohužel, takové zkoušky nemohou vždy úplně simulovat prostředí blesku a reprodukovat podmínky, které se aktuálně vyskytují v praxi.

Existuje proto několik důvodů. Např. v případě odpalované zbraně. Zde se bleskový kanál s vysokou impedancí srovnává s letadlem nebo zbraní. Letadlo nebo zbraň představuje v tomto případě rozpojený obvod a bude rezonovat vlivem nečekaných změn elektrické složky pole při úderu blesku. Nos a ocas letadla představují proudové uzly, stejně tak jako konce křídel, kde se vyskytují rezonance na $\frac{1}{2}$ vlnové délky.

Je velmi obtížné simulovat tyto rezonance při zkouškách zbraně. Jediným způsobem jak to provést je na každém konci zbraně použít systém zpětného vedení, který

představuje přerušeny oblouk. Vytvoření takových oblouků vyžaduje generátor s velmi vysokým napětím a měření se komplikuje produkcí velmi silného rušení.

Pro odstranění těchto komplikací a plného využití uložené energie se impulzní zkoušky provádějí přímým připojením zbraně ke zpětným vodičům na konci vzdáleném od generátoru. To znamená, že se vytvoří proudový protizel, který vytvoří krátké spojení vzdálené od generátoru a uzlu bližšímu ke generátoru a rezonance s $\frac{1}{4}$ vlnové délky. Z tohoto důvodu není možno používat zkušební simulátory určené pro vytvoření podmínek za letu.

Měřená odezva se může získat matematicky, odstraněním rezonancí při $\frac{1}{4}$ délky vlny a jejich nahrazením rezonancemi při $\frac{1}{2}$ vlnové délky. Použití tohoto postupu nemusí být vhodné, jednak z důvodů komplexnosti procesu samého a jednak z důvodů neznalosti přesných elektrických podmínek při letu, který se pokouší simulovat.

Tyto zdroje nepřesností při zkouškách se tedy uvažují a jsou jednou z částí celkové rezervy, zvláště při modelování rezonancí při $\frac{1}{2}$ vlnové délky. Navzdory nevyhnutelným nejistotám, se musí provést zkušební uspořádání tak, aby se co nejvíce blížilo skutečnosti.

B.4.2 Reprezentativní vzorek zbraně

Při zkouškách úplné zbraně je důležité, aby se jednalo o reprezentativní zkoušku vyráběné zbraně ve všech ohledech. V praxi může být obtížné tohoto stavu dosáhnout, protože zkoušky se často provádí na prototypu nebo na zbrani s předvýrobní linky, kdy může být instalace a hlavně rozložení kabeláže značně rozdílné od vyráběného modelu. Změny umístění zařízení v krytu mohou přinést významné rozdíly vazeb mezi vodiči. Stejně rozdíly se mohou také vyskytnout v důsledku typu krytu nebo umístění přístupových dvířek. Pokud např. byla celokovová konstrukce nahrazena částečně vodivým nebo izolačním kompozitním materiálem.

Pokud se provedou změny naznačené výše, jsou nevyhnutelné zkoušky zařízení, musí se posoudit povolení dané zbraně a odsouhlasit národní autoritou, která může nařídit přezkoušení v konkrétních oblastech.

B.4.3 Provoz zařízení a ochranná zem

Upřednostňovaná metoda provozu zařízení zbraně je napájení ze zdroje zbraně. Pokud to není možné, pak je nutný zvláštní zdroj napájení. Jednotka, která odebírá výkon z transformátoru sítě, se nesmí použít z toho důvodu, že takový zdroj se musí uzemnit a mohou se vyskytnout potíže při uspořádání ochranného zemnění. Místo toho se musí použít motorem poháněný generátor, který se musí izolovat od země. O úrovni izolace použité pro dosažení takové izolace rozhoduje umístění ochranné země v systému, která musí snést úplné napětí impulzního generátoru.

Při impulzních zkouškách se musí ochranná zem připojit k systému podle typických požadavků národních předpisů a norem. Taková zem se musí použít s ohledem na prevenci proti kapacitním periodickým proudům při vyšších kmitočtech. Z tohoto důvodu musí mít zemní propojení vysokou impedanci od 100 kHz. Pro stejnosměrné proudy (DC) musí být impedance co nejmenší.

Je třeba zajistit, aby zemní vodič nerezonoval z důvodů kapacity mezi zkušebním přípravkem a zemí. Takové rezonance je možno minimalizovat umístěním zemního bodu.

B.4.4 Zpětné vodiče při zkouškách úplné zbraně

Pro návrh zpětných vodičů se musí použít výpočetní metody, aby se dosáhlo správného rozložení pole v okolí zbraně a správné proudové hustoty na povrchu zbraně. Pro modelování jednotlivých částí zbraně se běžně používají dvourozměrné výpočetní programy, aby se získalo vhodné umístění a rozložení zpětných vodičů ve zbrani. Z tohoto důvodu se bude vyzařovací diagram pole kolem zbraně co nejvíce blížit pracovnímu prostředí bez nekontrolovatelných vysokých indukčností. Je důležité vypočítat proudovou hustotu na povrchu J_s , zvláště v okolí přístupových dvířek a otvorů a srovnat ji s proudovou hustotou na povrchu v případě provozního prostředí pro potvrzení, že je návrh použitelný. Další potvrzení se pak získá v průběhu impulzních zkoušek měřením J_s na vybraných místech a srovnáním naměřených a vypočtených hodnot.

Společné sériové indukčnosti systému zpětného vodiče je třeba vzít do úvahy, jako celkovou sériovou indukčnost spolu s kapacitou impulzního generátoru, které pak určují průběh a amplitudu impulzu. Pokud je systém vybuzen zkušebním impulzem, pak se také ve zvolených místech provádí měření E složky pole a hustota povrchového proudu a hodnoty se porovnávají s vypočtenými úrovněmi.

Je poměrně důležité dosáhnout na povrchu zbraně takovou proudovou hustotu a směr (s tolerancí $\pm 20\%$), která se vyskytuje v praxi a zvláště uvnitř krytu zařízení nebo otvorech, ve kterých vedou kabely připojující zařízení k systému, který je předmětem zájmu. Pokud se vyhodnocuje účinnost systému zpětného vodiče a měření přechodových jevů, je také důležité vyšetřovat reakci na tlumenou sinusovku pro zjištění, zda se nevyskytují rušivé rezonance, tj. rezonance mezi zpětným vodičem a kostrou.

Obrázky 508/4-B4 a 508/4-B5 ukazují rozdílné uspořádání zpětného vodiče pro zbraně odpalované z letadla a pozemní/námořní odpalované zbraně. Pozornost se věnuje možnosti použití různých systémů zpětného vodiče při požadavku vyhodnocení za letu.

Je třeba si uvědomit, že obrázky 508/4-B5 a 508/4-B6 slouží pouze pro ilustrační účely. S ohledem na obrázek 508/4-B4 je připojení blesku ke zbrani tak, jak je uvedeno, nepravděpodobné, i když je možné. Připojení (a odeznění) k letadlu a ne ke zbrani, ebo jedno připojení/odeznění ke zbrani a jedno k letadlu jsou mnohem pravděpodobnější. V prvním případě se může stále vyskytovat povrchový proud, který odtéká z křidel letadla (ať už se jedná nebo nejedná o připojení) do držáku a tedy na povrch zbraně.

V případě střel naváděných pomocí vodiče se musí použít zvláštní úvaha pro určení vstupních bodů blesku.

B.4.5 Volba vstupních bodů

Může existovat více než jedna cesta blesku zbraní a dvojic vstupních bodů. Jedna z těchto cest se musí zvolit jako nejhorší případ vybuzení. Někdy je možné definovat nejhorší případ a musí se zkoušet více dvojic vstupních bodů pro zajištění, že se ověří všechny možné režimy vybuzení. Pokud je tomu tak, musí se zpětný vodič

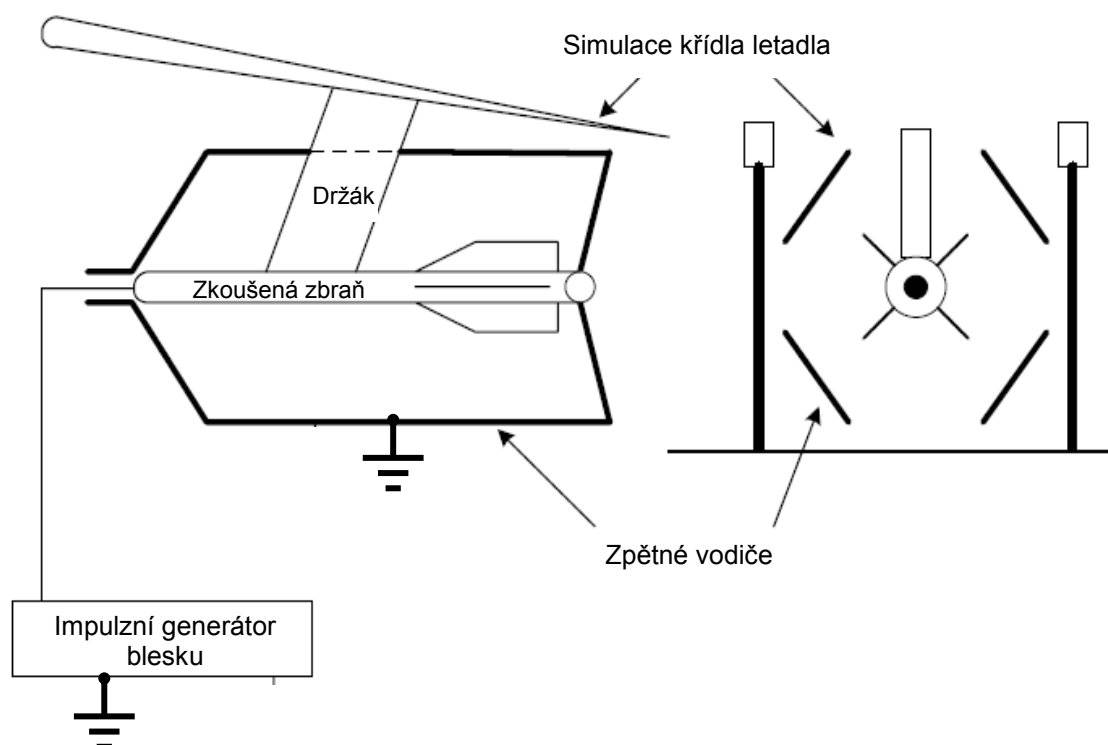
navrhnout a zkonstruovat tak, že umožní jednoduchou volbu podmínek požadovaných dvojic vstupních bodů.

B.4.6 Nelinearita a extrapolace úplného ohrožení

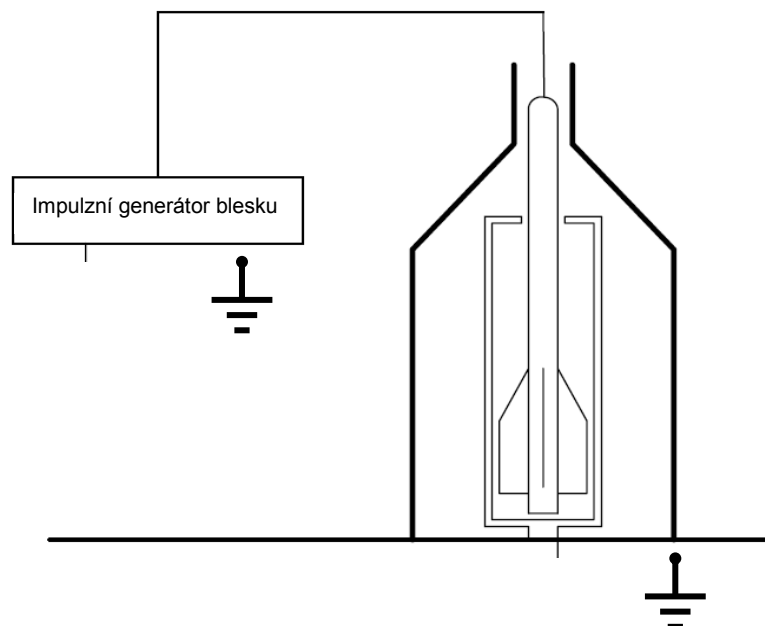
V průběhu impulzních zkoušek se mohou vyskytnout nelinearity způsobené průběhem napětí nebo proudu, který je závislý na povrchovém odporu a jiskření nebo obloukem, které jsou důsledkem změn rozložení proudu na povrchu zbraně. Je tedy důležité, že se měření provádí při zvyšující se úrovni ohrožení a výsledky se zaznamenávají pro tyto úrovně. Pokud výsledky netvoří přímou čáru, vyskytla se nelinearita. Pokud tvoří výsledky přímou čáru, je možno provést extrapolaci hodnoty přechodového jevu pro úplné ohrožení. Extrapolace nesmí být větší než 4.

Pokud se zjistí nelineární průběh, musí se provést posouzení tohoto jevu, zdali je možno považovat určitou část výsledné křivky za lineární nebo ne, nebo zda se ohrožení přechodovým jevem skutečně vyskytne při vybuzení nejméně úplným ohrožením. Pokud to platí, je třeba si uvědomit, že posouzení modelu homogenní struktury při úplném ohrožení (tj. všechny přeskoky, které se mohou vyskytnout se vyskytnou) a z toho důvodu může být rozložení povrchových proudů při úplném ohrožení a při nízké úrovni impulzních zkoušek rozdílné.

Musí se ověřit, zda se může nelinearita vyskytnout mezi maximálním zkušebním vybuzením a vybuzením úplným ohrožením a musí se provést posouzení z tohoto hlediska.



OBRÁZEK 508/4-B4 – Náčrt zkušebního uspořádání pro zbraně třídy A a D2



OBRÁZEK 508/4-B5 – Náčrt zkušebního uspořádání pro zbraně třídy B, C a D1

B.4.7 Použití průběhů dvojité exponenciály a tlumené sinusovky

Zatím co průběh tlumené sinusovky se může použít při impulzních zkouškách, kdy se zkouší struktura, kterou tvoří hlavně kov, pak u struktury, kterou tvoří částečně vodivý kompozitní materiál jako je CFC, nedává tento průběh správné reakce v měřicích bodech. Toto se projevuje zvláště v případech hybridních struktur, které obsahují velkou část CFC materiálu spolu s kovovými částmi. Zkušební průběh uvedený na obrázku 254-C1 [1] se stanovenou dobou snížení dává takové reakce, které se blíží skutečnému vybuzení bleskem a tvarem se blíží průběhu dvojité exponenciály. Uvedený průběh je vhodný pro analýzu. Další důvod pro použití tohoto průběhu než tlumené sinusovky je ten, že je nutné použít reálný průběh při srovnávací analýze a měřených reakcí při impulzních zkouškách.

Amplitudové spektrum průběhu H v tabulce 254-5 [1] překračuje průběh A na obrázku 264-C1 [1] pouze v kmitočtovém pásmu nad 3 MHz, ale pouze o 3 dB. Na rozdíl od toho nemá skutečný blesk průběh dvojité exponenciály, ale pomalu se spouští. Z toho důvodu obsah vysokých kmitočtů průběhu A (viz obrázek 254-8b [1]) je mnohem vyšší než skutečné vybuzení bleskem. Následkem toho se buzení složkou H při impulzních zkouškách nepoužívá.

Je třeba si uvědomit, že průběhy tvaru dvojité exponenciály uvedené na obrázku 254 C1 [1] nejsou vhodné pro simulaci průběhů blesku a lepší jsou průběhy, které kombinují potřebný vztah di/dt , akční integrál a parametry tlumení pro správné zkoušky a analýzu. Pro tyto účely jsou navrženy průběhy $A_2 s/a$ (kde „s“ znamená použití pro pozemní a námořní aplikace a „a“ znamená použití pro letectvo). Index 2 označuje průběhy určené pro nepřímé vlivy.

Průběhy A_2 na obrázku 254–C1 [1] nejsou zamýšleny jako složky průběhů A. Parametry složených zkušebních průběhů se mohou principiálně generovat několika

Příloha B

různými typy průběhů a tedy tzv. složené zkušební průběhy nejsou skutečnými průběhy.

B.4.8 Impulzní zkoušky pozemních a námořních bojových systémů

Je obtížné navrhnout systém zpětných vodičů tak, jak je uvedeno na obrázku 508/4-B5 a jak je nutné pro co nejtěsnější simulaci elektromagnetického pole v okolí zbraně, které je důsledkem úderu blesku a toku proudu do země, nebo trupu, pokud se jedná o námořní aplikaci. Znalosti toku proudu odpalovacími zařízeními do země jsou podstatné. U mobilní instalace, kde se tok proudu mění obvykle s umístěním, se bude tedy předpokládat určité zjednodušení zkoušek pro různé scénáře a při určování předpokládaných omezení.

B.5 Zkoušky nepřímých účinků na části zbraní

B.5.1 Použitelnost

I když může zbraň obsahovat složitý propojovací systém jako je tomu např. v letadle, na lodi nebo pozemní instalaci, je často potřebné ověřit napětí, které se bude pravděpodobně indukovat při úderu blesku v jednotlivých podsystémech nebo součástkách, pokud se např. jedná o částečně zranitelné prvky, jako jsou např. antény nebo externí senzory. Zkoušky uvedené v článku B.8 této přílohy jsou tedy potřebné v případě, že se provádí měření napětí, které může způsobit jiskření nebo namáhání izolace na kabelech. Toto se může provádět na částech zařízení, jako jsou radomy nebo externí snímače. Z tohoto důvodu nejsou vhodné zkoušky „úplného systému“. Je třeba si uvědomit, že při vystavení odporové a/nebo průchozí průnikové vazbě je možné, že se v nesymetrickém režimu vyskytnou napětí řádově kV, které mohou poškodit izolaci. Obvykle jsou při výskytu průrazných napětí vhodné informace v článku B.8.10 nebo B.7.5.4 této přílohy nebo komentáře v článku B.6 této přílohy. Taková měření se často označují jako „zkoušky se vzdálenou zemí“ a představují situace nejhoršího případu, při kterých se vyskytují nejvyšší napětí přerušovaného obvodu v nesymetrickém režimu při průtoku proudu v okolí smyček kabelů / povrchů zbraně. Z toho důvodu je třeba ověřit, že izolace bude takovým napětím odolávat bez problémů. Někdy je ovšem nutné zjistit, jakým způsobem se napětí rozdělí mezi impedance ve smyčce. Z dalších důvodů je někdy třeba měřit napětí v nesymetrickém, symetrickém nebo obou režimech (zda se např. může mezi dvěma vodiči vytvořit jiskření nebo oblouk, pokud nejsou možné zkoušky se vzdálenou zemí). Pokud tato situace nastane, je vhodná zkouška uvedená v článku B.8.9 této přílohy.

B.5.2 Zkouška proudovým průběhem

Pro zkoušky nepřímých vlivů je ideální použití proudových průběhů, se specifikovanými úrovněmi úplného ohrožení obou důležitých parametrů průběhu D na obrázku 254-C7 [1], do úvahy je nutno ovšem vzít omezení zkušebny. Průběh má nižší vrcholovou hodnotu, ale je obecně použitelný a velikost měřených přechodových jevů je extrapolovaná na hodnotu úplné hrozby. Tyto hodnoty se musí určit podle instalačních kategorií uvedených v článku C.3.5 [1].

B.5.3 Přípravek pro zpětný vodič

Návrh zpětného vodiče pro zkoušky úplné zbraně byl diskutován v článku B.4.4 této přílohy. Pro zkoušky částí zbraní se musí vodič zpětného proudu rozložit kolem průřezu zkoušeného objektu a axiálně sledovat obrysy objektu tak, že se vytvoří

přibližně koaxiální systém, jak je uvedeno na obrázku 508/4-C2. V závislosti na tvaru objektu se obvykle použijí 3 nebo 4 vodiče, které se musí umístit tak, že magnetické obrysy blízké objektu jsou tak blízko jak je to možné, stejně jak tomu bude v případě pracovního prostředí (vzdálený zpětný proud). Vzdálenost vodičů od objektu je kompromisem mezi zkreslením pole (příliš blízko) a dostatečnou indukčností nutnou pro vysoké zkušební napětí (příliš daleko).

B.5.4 Údaje z naměřených průběhů

Při analýze průběhů prováděných v průběhu měření indukovaného napětí je třeba mít na paměti, že napětí vlivem odporové nebo difuzní vazby sleduje proudový průběh pouze přibližně a vrcholová hodnota může být dosažena v nepatrně jiném čase. Napětí vlivem vazby přímého toku následuje přibližně stejně změny proudu a mají tedy krokový nárůst při zapnutí a průchodu nulou v době vrcholového proudu. V případě rozlehlých objektů mohou být tedy vysoké kmitočty utlumeny oscilacemi superponovanými na pomalejší průběh.

B.5.5 Kombinace se zkouškami přímých účinků

Pokud zkoušky přímých účinků používají průběh A na obrázku 254-C1 [1], je to také jeden z požadavků zkoušek nepřímých účinků (vrcholová hodnota 200 kA). Při měření indukovaného napětí se často může zjistit, že rychlost nárůstu průběhu je nejméně $0,4 \cdot 10^{11}$ A/s. Tato hodnota představuje 2 % prvního záporného úderu blesku (tabulka 254-1 [1]). V závislosti na tom, který průběh se použije, buď di/dt nebo IR složka, musí se extrapolovat na úplné ohrožení.

B.6 Posouzení napětí, které je schopné porušit izolaci nebo způsobit přeskok napětí

Při ověřování napětí v nesymetrickém režimu, která způsobují namáhání izolace nebo mohou způsobit přeskok, je často vhodné a někdy nutné, měřit napětí, které je schopné způsobit průchod proudu smyčkou, kterou tvoří vodič, protékáný budícím proudem a vodiči a připojenými impedancemi ve kterých poteče indukovaný proud při přerušení napětí.

Toto může nastat připojením jednoho vodiče ke druhému ve vhodném místě (např. v místě připojování externích snímačů) a pak měřením napětí rozpojené smyčky na druhém konci obvodu. Složky di/dt a IR měřeného průběhu se musí identifikovat a extrapolovat na úplnou hrozbu a pak spojit dohromady pro získání maximálního napětí, kterému bude vystavena izolace nebo které může způsobit přeskok. Dvě složky se musí spojit jako skutečný průběh blesku vrcholová hodnota di/dt ve stejném okamžiku jako vrcholový proud. I když zkušební průběh blesku dává maximální hodnotu di/dt na počátku průběhu. Toto bude nejhorší případ, jako pravděpodobnost výskytu jednoho parametru neodpovídá stejné pravděpodobnosti výskytu druhého a není tedy nutné obecně definovat další bezpečnostní faktory.

B.7 Požadavky zkoušek nepřímých účinků na úplné zbrani

B.7.1 Úvod

Tento článek definuje požadavky, které se musí splnit v případě, že se provádí zkoušky s proměnnou úrovní impulzu jako součást posuzování přechodových jevů blesku požadovaného v LHDA.

B.7.2 Obecné požadavky pro zkoušky nepřímých účinků

Obecné požadavky této části se musí použít při zmíněných zkouškách nepřímých vlivů s výjimkou, že zkušební položky se musí definovat podle článku B.7.3 této přílohy.

B.7.3 Volba a příprava zkušebních položek

B.7.3.1 Reprezentativní vzorek zbraně a uspořádání

Pokud není národní autoritou určeno jinak, musí být použita zbraň plně reprezentativní s vyráběnými zbraněmi, co se týče konstrukce, typu a umístění přístupových dvířek a průchozích otvorů pro systémové vodiče, které jsou předmětem zájmu. To se týče i typu a instalace zařízení, kabelových a vodičových cest, které mohou ovlivnit prováděné zkoušky.

B.7.3.2 Provoz zařízení zbraně v průběhu zkoušek

Uspořádání se musí provést tak, že systémy, které jsou předmětem zájmu musí při zkoušce pracovat tak, jak se popisuje v této části. Toto umožňuje úplné posouzení zbraňových systémů pracujících v průběhu zkoušek.

B.7.3.3 Úprava zbraně pro diagnostické účely

Zbraň se musí upravit tak, aby se splnily požadavky článku B.7.3.1 této přílohy pro připojení snímačů a diagnostických zařízení nutných pro měření.

B.7.3.4 Upozornění – Bezpečnostní opatření při zkouškách bleskem

Při zkouškách zbraně, která obsahuje palivo nebo tekutou pohonnou látku, se musí provést bezpečnostní opatření, buď naplněním palivových nádrží a trubek vodou nebo vyčištěním inertním plynem jako je např. dusík. Pokud se takové čištění provádí, musí se průběžně monitorovat a zkoušet obsah kyslíku vytlačovaného plynu a zkoušky je možno provádět pouze v případě, že jeho obsah je nižší než přijatelná úroveň. Ze zbraně se musí odstranit veškeré výbušné látky, palivo a ostatní aktivní materiál, nebo se musí použít speciální inertní materiál, který vyhovuje požadavkům článku B.7.3.1 této přílohy. I v případě, že se použije natlakování inertním plynem, musí se brát do úvahy výše uvedené pokyny.

B.7.4 Uspořádání při zkoušce

B.7.4.1 Obecné uspořádání zbraní třídy A a D

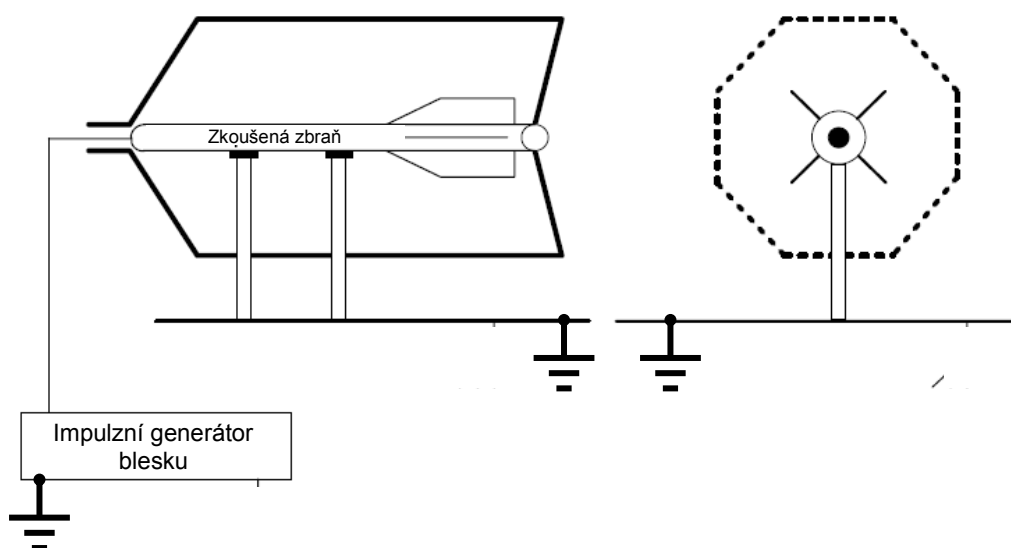
Zbraně třídy A a D2 se musí upevnit na závěs, odpalovací zařízení nebo strukturu, která elektricky odpovídá skutečnému závěsu nebo odpalovacímu zařízení. Takto upravená zbraň se umístí na montážní stojany, které se musí odizolovat od zbraně a struktury závěsu, takovým materiálem, který odolá maximálnímu napětí impulzního generátoru blesku. Systém zpětných vodičů se musí umístit okolo zbraně a struktury závěsu podle požadavků uvedených v článku B.7.4.6 této přílohy a principů zobrazených na obrázku 508/4-B3 s opatřením pro simulaci vybuzení bleskem mezi dvojicemi připojovacích bodů definovaných ve zkušebním plánu. Pevné vodivé spojení se musí vytvořit mezi zbraní a zpětnými vodiči na konci, který je vzdálenější od impulzního generátoru.

B.7.4.2 Obecné uspořádání zbraní třídy B, C a D1

Zbraně třídy B, C a D1 se musí umístit do odpalovacího zařízení, které se musí spojit se zemní plochou a systémem zpětných vodičů umístěnými kolem zbraně a odpalovacího zařízení podle požadavků uvedených v článku B.7.4.6 této přílohy a principů zobrazených na obrázku 508/4-B5. Musí se provést opatření pro simulaci vybuzení bleskem mezi dvojicemi připojovacích bodů definovaných ve zkušebním plánu a simulovanou zemí, jak je uvedeno v této části. Pokud je to nutné, musí se vytvořit pevné vodivé spojení mezi zbraní a zpětnými vodiči na konci, který je vzdálenější od impulzního generátoru.

B.7.4.3 Obecné uspořádání pro posuzování za letu

Je třeba si uvědomit, že pokud se požaduje posouzení zbraně za letu, bude třeba ji umístit do systému zpětných vodičů podle principů uvedených na obrázku 508/4-B6.



OBRAZEK 508/4-B6 – Náčrt zkušebního uspořádání pro zkoušky za letu

B.7.4.4 Ochranná zem a oddělení země napájecího zdroje

Mezi zemním systémem zkušebního místa a impulzním generátorem / zbraní / systémem zpětných vodičů ve formě ochranné země se musí provést pouze jedno spojení, které musí mít nízký odpor pro stejnosměrný proud a vysokou impedanci pro kmitočty nad 100 kHz. Pokud zařízení fungující při zkouškách využívá napájecí zdroj zkušebního místa, musí se izolovat od země takovým materiálem, který odolává napětí, které se může vyskytnout mezi zbraní a zemí, při provozu impulzního generátoru.

B.7.4.5 Připojení impulzního generátoru blesku

Impulzní generátor blesku se musí připojit k systému zpětných vodičů a musí se izolovat od země materiálem, který odolává maximálnímu napětí generátoru a připojit ke zbraní a systému zpětných vodičů pevným spojem.

B.7.4.6 Systém zpětných vodičů

B.7.4.6.1 Simulace prostředí

Systém zpětných vodičů se musí uspořádat kolem zbraně a jeho závěsu / odpalovacího systému. Musí, s ohledem na odpovídající hodnotu indukčnosti definované v této části, simulovat co možná nejlépe pracovní prostředí elektromagnetického pole kolem zbraně. Proudová hustota a její směr na povrchu zbraně způsobené zkušebním impulzem blesku v budících bodech musí být mít hodnotu v mezích 20 % úrovní, které se vyskytují v praxi.

B.7.4.6.2 Hodnoty indukčnosti

Systém se musí navrhnout podle údajů uvedených v článku B.7.4.6.1 této přílohy a spolu s impulzním generátorem blesku musí vytvořit takovou hodnotu indukčnosti, kdy se dosáhne taková vrcholová hodnota di/dt vybuzeného proudu, která se specifikuje v článku B.5.1 této přílohy.

B.7.4.6.3 Hustota povrchového proudu

Pro srovnání naměřených zkušebních impulzů se musí provést výpočet elektrické složky pole (E), hustoty povrchového proudu a jeho směr v bodech definovaných zkušebním plánem.

B.7.4.6.4 Zakončení a proud ve vstupních bodech

Systém zpětných vodičů se musí navrhnout tak, že se může měnit s ohledem na body pro vstup proudu definované ve zkušebním plánu.

B.7.4.6.5 Izolace

Systém zpětných vodičů se musí izolovat od zbraně (jinak než speciálním spojením uvedeným výše) a od země izolačním materiálem, který je schopen odolávat napětím impulzního generátoru blesku.

B.7.4.6.6 Ověření systému zpětných vodičů

Před tím, než se systém zpětných vodičů (zbraň a vodiče) použije při zkouškách, musí se ověřit výbojem impulzního generátoru do systému a porovnáním naměřených hodnot E složky pole a povrchové hustoty proudu s vypočtenými hodnotami.

B.7.5 Impulzní zkoušky

B.7.5.1 Zkušební průběhy a maximální parametry

Zkušební uspořádání podle článku B.7.4 této přílohy. Impulzní generátor musí být schopen poskytnout takový impulz ve tvaru dvojitě exponenciály (nebo ekvivalentní tlumený průběh), který je schopen spolu se systémem zpětných vodičů dosáhnout maximální parametry průběhu, které jsou definovány v [1].

B.7.5.2 Měření

Podle požadavků zkušebního plánu se musí provádět následující měření:

- a) dE/dt počátku přenosového vedení, které se formuje zpětnými vodiči a uspořádáním zbraně v polovině cesty a v průchodech toku.
- b) Proudový průběh generátoru.

- c) Proudovou hustotu J ve zvolených bodech vnějšího povrchu zbraně.
- d) Vnitřní magnetické pole ve zvolených bodech uvnitř zbraně, zvláště uvnitř krytů zařízení.
- e) Proud v kabelových svazcích, které jsou předmětem zkoušky.

Naměřené informace se musí přenést do zapisovacího zařízení přednostně pomocí optických kabelů (FOL). Alternativně se pro přenos mohou použít pevné konektory instalované tak, aby se nevytvářely zemní smyčky, odpovídající konkrétním měřením. FOL musí být schopné provádět měření v kmitočtovém pásmu nejméně 50 Hz až 50 MHz ale, pokud je to možné až do 100 MHz.

B.7.5.3 Zkušební úroveň

Pokud není národní autoritou uvedeno jinak, musí se impulzní zkoušky provádět s funkčním zařízením pro (nejméně) tři dobře rozložené úrovně proudu s maximálními úrovněmi do 50 kV, které umožňují:

- a) Srovnání naměřených úrovní hustoty povrchových proudů s dříve vypočtenými hodnotami podle článku B.7.4.6.3 této přílohy pro potvrzení přesnosti návrhu systému zpětných vodičů podle požadavku uvedeného v článku B.7.4.6.6 této přílohy.
- b) Potvrzení linearity (nebo nelinearity) měření se zvyšujícím se impulzním proudem.
- c) Provedení extrapolace, reakce na úplnou hrozbu na kabelech a zařízeních specifikovaných ve zkušebním plánu.

B.7.5.4 Přeskok jiskry a porušení izolace v nesymetrickém režimu

Měření se musí provádět v nesymetrickém režimu napětí mezi vodičem a zemí, které může mít za následek takové namáhání izolace, které může způsobit proražení nebo přeskok jiskry. Takové měření se musí provádět následujícím způsobem.

- a) Musí se použít požadavky uvedené v člancích B.7.2 až B.7.4 této přílohy.
- b) Měřicí zařízení s vysokou impedancí se musí připojit na jeden konec zkoušeného zařízení, který musí jinak představovat přerušovaný obvod a dočasné připojení ke struktuře se musí provést na vzdáleném konci.
- c) Měření se musí provádět se stejnými úrovněmi, s jakými se budou provádět zkoušky buď souběžně, nebo odděleně. Musí se demonstrovat linearita měření.
- d) Měřený přechodový průběh se musí rozdělit na složku di/dt a složku IR a amplitudy se musí extrapolovat na úroveň úplného ohrožení. Maximální napětí, které může způsobit průraz izolace je dáno součtem extrapolovaných složek.

Pokud se při impulzních zkouškách používá funkční zbraň, musí se po skončení provést ověření její správné funkce.

B.8 Požadavky zkoušek nepřímých účinků na části zbraně

B.8.1 Úvod

Tato část definuje požadavky, které se musí splnit při provádění zkoušek nepřímých účinků na kabeláži nebo elektrických zařízeních umístěných v částech zbraně, nebo odděleních zbraně, když nejsou vhodné zkoušky úplné zbraně.

B.8.2 Obecné požadavky pro zkoušky nepřímých účinků

Obecné požadavky této části se musí použít pro všechny zkoušky nepřímých účinků. Návod týkající se zkoušek nepřímých vlivů na částech zbraně je uvedený v této příloze.

B.8.3 Kombinace se zkouškami přímých účinků

Zkoušky nepřímých vlivů se mohou provádět se zkouškami přímých účinků za předpokladu, že se splní všechny požadavky obou typů zkoušek a jsou uvedeny ve zkušebním plánu.

B.8.4 Průběh

Pokud se neprovádí také zkoušky přímých účinků, musí se použít průběh D_2 uvedený na obrázku 254-C7 [1]. Ve druhém případě se musí průběh použít pro zkoušky přímých účinků s maximální rychlostí změny proudu srovnatelnou se zkušebním proudem použitých složek. Tj. pro složku A ne méně než $0,3 \cdot 10^{11}$ A/s (pozemní aplikace) nebo $0,3 \cdot 10^{11}$ A/s (letecké aplikace). Pro složku D dl/dt musí být 10^{11} A/s (pozemní aplikace) nebo $1,4 \cdot 10^{11}$ A/s (letecké aplikace).

B.8.5 Cesta proudu

Proud se musí do zkoušených objektů aplikovat prostřednictvím pevného připojení ne obloukem. Volba vstupních a výstupních míst a návrh systému zpětných vodičů musí být takový, že proud ve zkušebních objektech prochází způsobem, který se co nejvíce blíží způsobu, kterým by procházel proud při skutečném úderu blesku.

B.8.6 Zkušební úroveň

Zkoušky popsané v člancích B.8.9 a B.8.10 této přílohy se musí provádět s takovým počtem proudových úrovní (které mají stejný tvar průběhu), který vede na plnou úroveň průběhu D_2 (nebo složky A a D, pokud se provádí zkoušky přímých vlivů). Měřené vrcholové hodnoty přechodových jevů se musí vykreslit spolu s vrcholovým proudem pro ověření, že existuje lineární závislost.

B.8.7 Zatěžovací impedance

Kabeláž zkoušeného objektu se musí zakončit zatěžovací impedancí, která v požadovaném kmitočtovém pásmu simuluje zátěže skutečné instalace.

B.8.8 Zaznamenávané údaje

Každý „úder“ kalibrovaného průběhu zkušebního proudu a indukované přechodové jevy se musí zaznamenat v trvalé formě s běžně kalibrovanou časovou základnou tak, že jejich vztah v čase je známý. Musí se splnit předpoklad, že je možno některé úderů opakovat s různou časovou základnou záznamu tak, že je možno získat jednak záznam celého přechodového jevu a jednak zvětšenou úvodní část (prvotní úder). Jestliže počet záznamových kanálů je menší než počet monitorovacích bodů

přechodových jevů, mohou také být nutné opakované údery. Pokud se údery opakují, je třeba zabezpečit stejné podmínky.

V každém případě je třeba zaznamenat úroveň šumu, aby bylo možno určit poměr signál/šum.

B.8.9 Měření indukovaného napětí

Měření se musí provádět v nesymetrickém a symetrickém režimu podle požadavků zkušebního plánu, jak je uvedeno v následujících člancích.

Musí se použít požadavky článků B.8.2 a B.8.8 této přílohy.

Vrcholové hodnoty indukovaného napětí se musí extrapolovat pro úplnou hrozbu.

- a) Indukované napětí závislé na odporové nebo difuzní vazbě se musí lineárně extrapolovat na vrcholový proud s úrovní 200 kA.
- b) Indukované napětí závislé na vazbě tokem otvorem se musí lineárně extrapolovat na proud s rychlostí změny 10^{11} A/s pro zbraně třídy B, C a D1 a $1,4 \cdot 10^{11}$ A/s pro zbraně třídy A a D2.

Pokud se při zkoušce pozoruje přeskok jiskry nebo jiskření, musí se zaznamenat úroveň zkušebního proudu, při které k těmto jevům dochází a měření se musí opakovat se zkušební úrovněmi, která leží pod prahovou hodnotou. Před prováděním dalších zkoušek je třeba situaci konzultovat s národní autoritou.

B.8.10 Zkouška integrity izolace

Pokud se ve zkušebním plánu pro účely posouzení požadují zkoušky proražení izolace a přeskoku jiskry musí se provádět měření indukovaného napětí v režimu „vzdálené země“.

TECHNIKY A NÁVOD PRO ZKOUŠKY PŘÍMÝCH VLVŮ

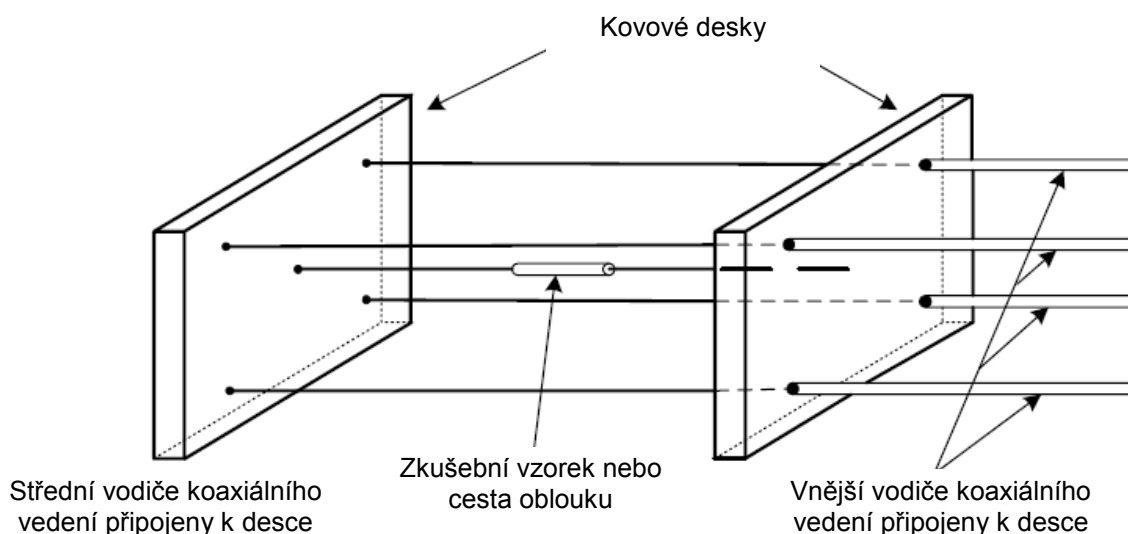
C.1 Simulace prostředí

C.1.1 Simulace správného rozložení proudu

a) V případě laboratorních zkoušek, se pro připojení objektu ke generátoru proudu blesku používají obvykle přenosová vedení a kabely. Magnetická pole, která se vytvoří v okolí těchto vodičů, ovlivňují rozložení proudu uvnitř zkoušeného objektu. Uspořádání vazebních vodičů je nutno navrhnout takovým způsobem, aby se splnily dva následující požadavky:

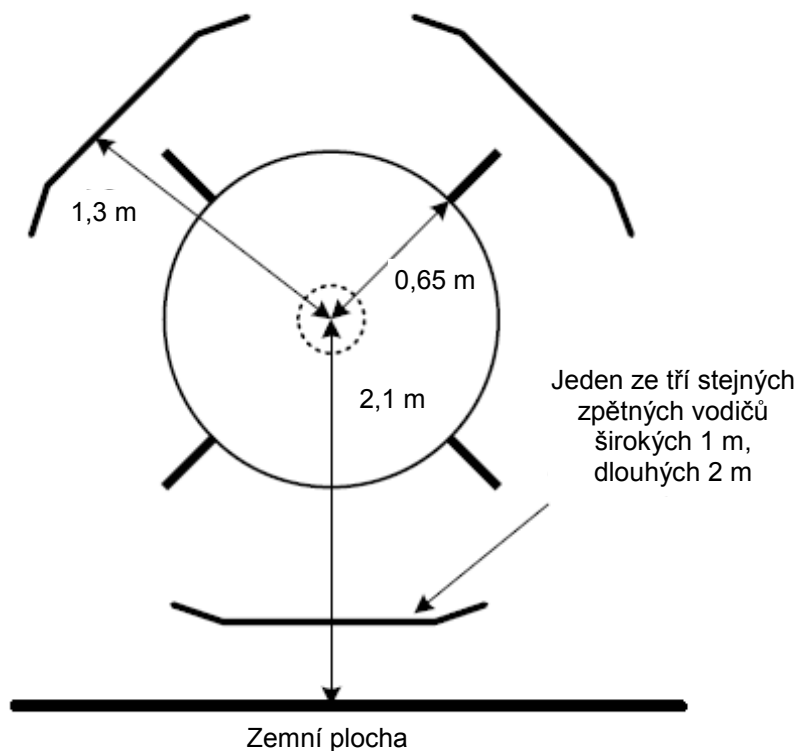
- (1) Rozložení proudu ve zkoušeném objektu se musí co nejvíce blížit rozložení, které existuje v podmínkách skutečného úderu blesku.
- (2) Celková indukčnost obvodu se musí držet tak nízko, aby se co nejvíc zjednodušil problém řídicích proudů s vysokými hodnotami di/dt a vrcholových úrovní v obvodu.

Jedním z řešení tohoto problému je použití koaxiálního nebo kvazi koaxiálního systému vícecestných zpětných vodičů. Schématický náčrt takového systému je uveden na obrázku 508/4-C1. Jedná se o čtyři stejně umístěné vodiče, ale princip se může rozšířit na jejich libovolný počet.



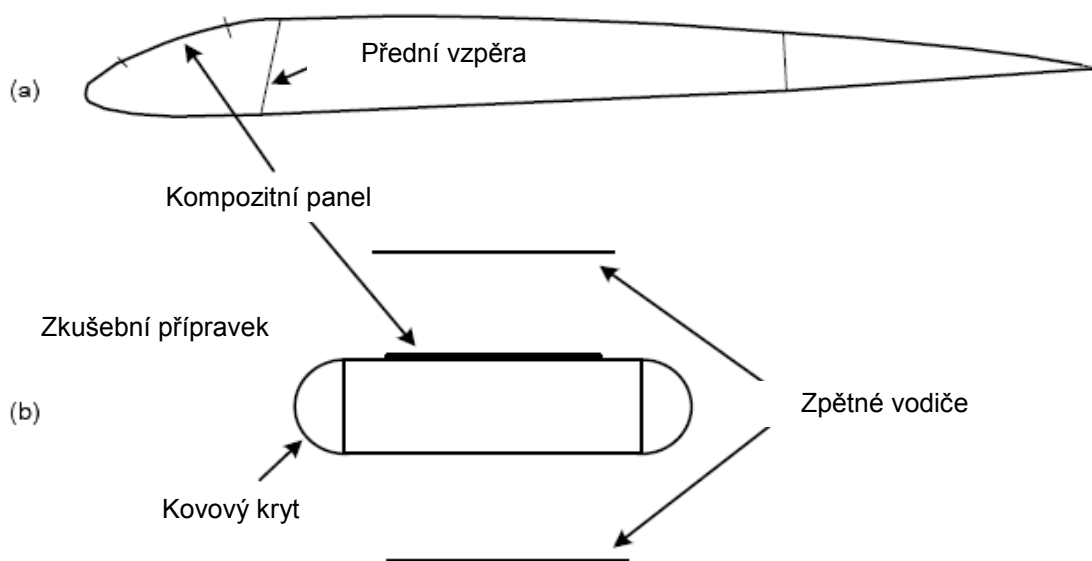
OBRÁZEK 508/4-C1 – Základní kvazi koaxiální systém

b) Princip se může zjemnit způsobem, který je uveden na obrázku 508/4-C2, kde se používají tři vodiče. V případě této techniky jsou zakresleny magnetické siločáry a tři zpětné vodiče jsou umístěny v odpovídající vzdálenosti od zkušebnímu objektu na stejné magnetické úrovni. Vodiče jsou umístěny takovým způsobem, že hodnota funkce $H \cdot dl$ je stejná mezi vodiči a kteroukoliv stranou.



OBRÁZEK 508/4-C2 – Průřez kvazi koaxiálním systémem se třemi vodiči kolem objektu

- c) Obrázek 508/4-C3 ukazuje jakým způsobem je možno dosáhnout správného rozložení proudu v CFC zkušebním panelu za použití tří zpětných vodičů a kovového krytu, který představuje prostor v leteckém profilu
- d) Zvolený zkušební proud musí dát stejnou proudovou hustotu v panelu, jaká bude v křídle a také stejnou dobu vzestupu a doznívání.



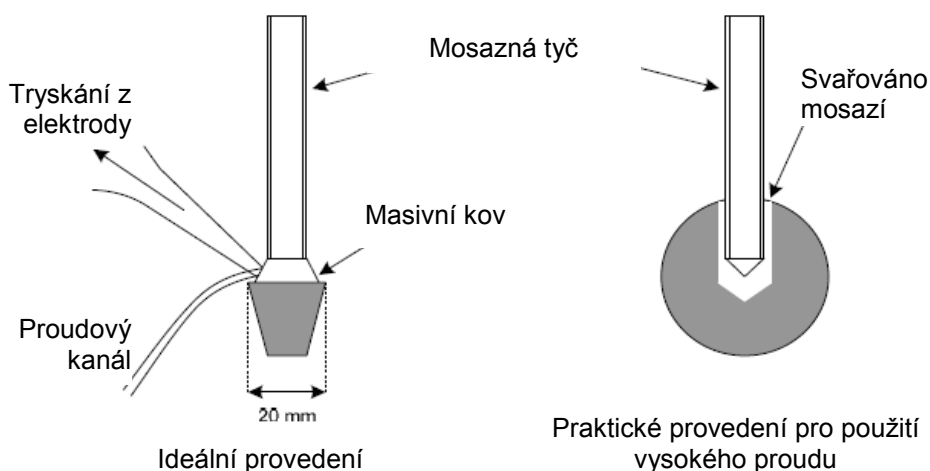
OBRÁZEK 508/4-C3 – Zkušební systém se dvěma vodiči pro zkoušku kompozitního panelu používající kovový kryt, který představuje letecký profil

C.1.2 Trysková odchylovací elektroda

V dřívějších pracích, které se zabývaly obloukem procházejícím kovovými panely, byly výsledky silně ovlivněny délkou oblouku vyvinutého při zkouškách. Zjistilo se, že to bylo způsobeno proudem ionizovaných a neutrálních částic emitovaných z oblouku na zkoušený objekt a také na zkušební elektrodu. Snímky z rychloběžné kamery ukázaly, že tyto proudy částic jsou velmi aktivní do vzdálenosti asi 50 mm od oblouku. Při skutečném úderu do objektu existuje pouze proud mezi obloukem a tělesem objektu a skutečná simulace vyžaduje, aby se při laboratorních zkouškách eliminovalo vyzářování ze zkušební elektrody. Bylo dokázáno, že tento proud je vždy normální v případě povrchu elektrody. Je tedy třeba proud elektrody oddělit od kanálu oblouku a směřovat ho ke zkoušenému objektu přeměrováním oblouku vhodně upravenou plochou elektrody, za pomoci vhodného izolátoru. Obrázek 508/4-C4 ukazuje náskres typické trykové odchylovací elektrody.

Experimenty s těmito typy elektrod, které dávaly výsledky málo závislé na délce oblouku při vzdálenosti přesahující 15 mm indikovaly, že proudový efekt elektrody se virtuálně eliminoval.

Aby se zajistila polarita zkušebního průběhu ovlivňující zkoušku, musí být délka oblouku nejméně 50 mm.



OBRÁZEK 508/4-C4 – Trysková odchylovací elektroda

C.1.3 Další předpoklady prostředí

V současné době nejsou žádné další požadavky na simulaci vlivu dopředné rychlosti, nebo vlivu nadmořské výšky, např. snížení atmosférického tlaku. Vliv dopředné rychlosti, který se někdy označuje jako vliv rozmítání úderu, je přípustný pro zkušební účely definováním doby setrvání 50 ms v zóně 1A a 2A.

C.2 Generování zkušebního proudu

Protože pro simulaci úderu blesku se používají velmi vysoké výkony, může se proud, který je potřebný pro simulaci blesku, získat v praxi ukládáním energie s mnohem

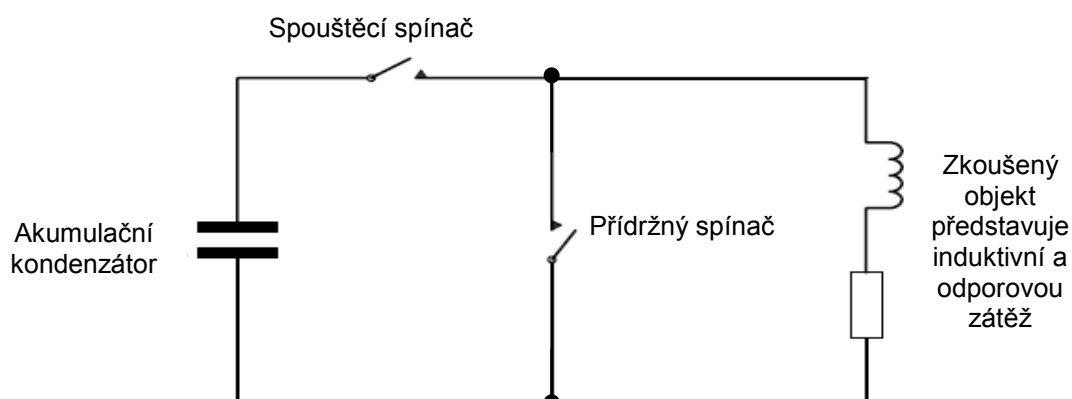
menším výkonem po dlouhou časovou periodu. Tato energie se pak za velmi krátký časový okamžik uvolní jako simulovaný impulz blesku.

Dvě formy nevhodnější pro simulaci blesku jsou kapacitní a indukční ukládání energie, i když pro generování složky C se používal systém výkonových baterií.

Obecně je možno konstatovat, že kapacitní systém ukládání energie je mnohem praktičtější a snadnější pro řízení, ale induktivní systém dává nejlepší simulaci.

Praktické řešení je použití tlumeného vybíjecího obvodu, který tvoří přídržný kapacitně indukční rezistor. V tomto systému se energie ukládá v kondenzátoru a vybíjí se do zkoušeného objektu. Prvotní proud výboje přirozeným způsobem kmitá do indukčnosti zátěže. První čtvrtina cyklu tohoto výboje bude mít formu nárůstu zkušebního průběhu. V okamžiku maximálního proudu (nulové napětí kondenzátoru) se veškerá energie uloží do indukčnosti zátěže. Pak je možno sepnout přídržný vypínač a energie uložená v indukčnosti se vybije do zátěže ve formě „ocasní“ části požadovaného průběhu. Aby se získal požadovaný průběh, musí se přidat zvláštní indukčnost. Základní systém je uveden na obrázku 508/4-C5.

Přídržná metoda se obvykle používá pro složky B a C průběhu. Složky A a D se tvoří kriticky zatlumeným náběhem, kdy není přídržný spínač sepnut a hodnota R je zvolena tak, aby se vytvořil požadovaný průběh. (Stejný obvod se s $R \ll 2\sqrt{L/C}$ používá pro generování průběhu tlumené sinusovky).



OBRÁZEK 508/4-C5 – Základní obvod generátoru blesku

C.3 Referenční zemní potenciál

Diagnostika impulzních obvodů s vysokými proudy může být velmi obtížná a první požadavek je eliminace všech zemních proudových smyček. Tento požadavek je možno úspěšně splnit, když je celý systém včetně obvodů vysokého proudu, řídicích a diagnostických obvodů připojen k referenčnímu zemnímu potenciálu v jednom bodě. Tento způsob se označuje „referenční bod experimentální země“. Pro tyto účely se stíněná komora považuje za část diagnostického obvodu. Ty části řídicích obvodů diagnostických obvodů, které jsou úplně odizolovány od systému pneumatickými nebo optickými linkami se mohou z bezpečnostních důvodů připojovat k zemnímu potenciálu samostatně. Velká pozornost se musí věnovat zajištění, že se nevyskytnou nezamýšlená spojení, jako je připojení běžných záznamových zařízení s diagnostickými sondami, které nejsou izolované od obvodu vysokého impulzního proudu, nebo připojení k nesymetrické napájecí síti. Zemní smyčky, které jsou výsledkem zemnění v mnoha bodech, mohou téměř zarušit

diagnostické funkce tak, že záznamy jsou nepoužitelné. V extrémním případě mohou zkreslit průchod proudu zkoušeným objektem tak, že zamýšlenou zkoušku není možno provést. Výsledky zkoušek, kdy se používá více zemnicích bodů, se musí považovat za neopakovatelné a musí se vyřadit.

C.4 Diagnostika

C.4.1 Měření napětí a proudu

Praktické měření napětí se může provádět za použití vhodných děličů potenciálu. Nízkonapěťový výstup děliče se musí připojit přímo k referenčnímu bodu experimentální země tak, aby nedošlo k vytvoření zemní smyčky.

Při analýze výsledků zkoušek je někdy užitečné srovnání průběhu napětí na zátěži a proudu procházejícího zátěží. Tyto průběhy je tedy třeba zaznamenat se společnou časovou základnou. Měření proudu se může provádět několika způsoby:

- a) Bezindukčními odporovými bočníky.
- b) Magnetickými sondami, snímacími cívkami, a Rogowského cívkami.
- c) Dalšími sondami magnetických vlivů jako např. Hallovými sondami.

Bočníky jsou vhodné pro dočasné a průběžné proudové zkoušky od 100 A do několika desítek tisíc ampérů, kdy hodnota di/dt je nízká a obvod se nenaruší vloženou indukčností. Kalibrace je absolutní a diagnostika je robustní a spolehlivá. Bočník musí být schopen provádět akční integrál impulzů bez významného vzrůstu teploty a musí být spojen pouze s referenčním bodem experimentální země.

Rogowského cívky a cívky magnetických snímačů se musí použít pro vyšší proudy s hodnotou di/dt , která přesahuje $5 \cdot 10^8$ A/s. Cívka magnetické sondy má lepší výkon na vysokých kmitočtech. Systém nepotřebuje přímý kontakt s obvodem vysokého proudu a není ho tedy třeba připojovat k referenčnímu bodu experimentální země. Obě cívky jsou citlivé na vysokofrekvenční elektrický šum. Proti tomu lze použít vyvážené kroucené vodiče umístěné v měděných trubkách. Měděné trubky se musí vést přímo proti přenosovému vedení vysokého proudu a musí s ním mít elektrický kontakt od umístění snímače až k referenčnímu bodu experimentální země.

Další magnetické snímače jsou Hallové sondy a Faradayovy převodníky rotačního efektu. Také tyto snímače jsou elektricky odizolovány od napájecího obvodu, ale přívodní kabely se musí ošetřit jako v případě Rogowského cívek.

C.4.2 Další diagnostické nástroje

Další diagnostické nástroje, které se mohou použít, jsou:

- a) Fotografické přístroje jako např. vysokorychlostní kamery pro studium oblouku; fotoaparáty, které používají vysokorychlostní film nebo optická vlákna a světlocitlivé převodníky pro detekci jiskření.
- b) Termočlánky, barvy citlivé na teplo, nebo termokamery pro detekci žhavých bodů nebo měření povrchové teploty.

C.4.3 Zkušební průběhy

Podrobnosti o složkách složených zkušebních průběhů (viz [1]) použitých pro konkrétní zkoušky jsou uvedeny v tabulkách 508/4-C1 až 508/4-C9.

POZMÁMKA Pokud je při zkoušce předepsáno, že jedna složka zkušebního průběhu musí následovat za druhou, musí další složka začínat 1 ms po skončení předešlé složky.

C.5 Faktory, které ovlivňují potřebu zkoušek

Při rozhodování o potřebě zkoušek v procesu posuzování, se musí vzít do úvahy následující faktory.

C.5.1 Propálení kovu

Viz tabulky 508/4-C1 a 508/4-C2.

Národní autorita bude normálně zkoušky propálení kovu prováděné na kovovém povrchu požadovat s následujícími výjimkami:

- Je možno prokázat, že propálení povrchu nepředstavuje pro zbraň nebezpečí.
- Povrch je v zóně 1A nebo 2A oblasti zbraně třídy A nebo D a povrch je vyroben z hliníkové slitiny o tloušťce nejméně 2 mm.
- Byly použity speciální ochranné metody proti blesku (např. prokládané panely).
- V případě povrchů vyráběných ze speciálních slitin (např. titanová slitina) se může demonstrovat, za použití všech dostupných výsledků předchozích zkušeností, laboratorních experimentů, interpolací předchozích výsledků nebo výpočtem, že protavení povrchu se nemůže při úderu blesku nastat.

TABULKA 508/4-C1 – Zkouška 1 – Propálení kovu

Požadavky	1	Musí se použít všeobecné požadavky článku 19.8.
	2	Zkoušený objekt se musí připojit ke generátoru proudu blesku otevřeným obloukem zkušebním bodem a zkušební proud se musí do generátoru vracet zpětnými vodiči uspořádanými tak, aby přispívaly ke stabilizaci kanálu oblouku a vytvářely správné rozložení proudu ve vzdálenosti nejméně 400 mm od středu oblouku.
	3	Zkušební elektrody musí mít tvar proudových odchylovacích elektrod uvedených na obrázku 508/4-C4. Oblouk musí být nejméně 50 mm dlouhý a může být spuštěn jemným vodičem o průměru, který nepřesahuje 0,1 mm. Vodič může být kovový (např. měděný) nebo z uhlíkového vlákna.
	4	Zkušební uspořádání musí být připojeno k zemnímu potenciálu pouze v jednom bodě.
	5	Okamžik průniku se musí detekovat a zaznamenat s časovou základnou použitou pro měření napětí a proudu.
Zkušební průběhy		

Příloha C

Zóna 1A	Unipolární impulz (amplituda a trvání viz [1], tabulka 254-4).
Zóna 2A	Unipolární impulz (amplituda a trvání viz [1], tabulka 254-4) okamžitě následovaný složkou D (viz poznámka).
Zóna 1B	Složka C okamžitě následovaná složkou D (viz poznámka).
Zóna 2B	Složka C okamžitě následovaná složkou D (viz poznámka).

POZNÁMKA Všechny zóny se vždy vztahují ke zbraním třídy B, C a D1. V některých případech se mohou zóny použít pro zbraně třídy A a D2, zóny 1B a 3.

TABULKA 508/4-C2 – Zkouška 2 – Tvorba žhavých bodů

Požadavky	1	Musí se použít požadavky 1 až 4 Tabulky 508/4-C1, Zkouška 1.
	2	Musí se měřit teplota vnitřního povrchu pod obloukem pomocí teplotně citlivých barev, termočlánu, infračervených kamer, nebo jiným způsobem, který se může použít bez nebezpečí poškození vysokým elektromagnetickým polem, tvořeným zkušební proudem.
Zkušební průběhy		
Zóna 1A		Složka A okamžitě následovaná unipolárním impulzem (amplituda a trvání viz [1], tabulka 254-4).
Zóna 2A		Unipolární impulz (amplituda a trvání viz [1], tabulka 254-4) okamžitě následovaný složkou D (viz poznámka).
Zóna 1B		Složka A se zvyšujícím se trváním daným akčním integrálem požadovaným [1] okamžitě následovaná složkou C.
Zóna 2B		Složka C okamžitě následovaná složkou D (viz poznámka).
POZNÁMKA Všechny zóny se vždy vztahují ke zbraním třídy B, C a D1. V některých případech se mohou zóny použít pro zbraně třídy A a D2, zóny 1B a 3.		

C.5.2 Poškození CFC povrchu obloukem

Viz tabulky 508/4-C3 až 508/4-C6.

Národní autorita bude normálně zkoušky poškození povrchu prováděné na CFC povrchu požadovat s následujícími výjimkami:

- Pro libovolné části ležící v zóně 3 oblastí zbraní třídy A a D.
- Pokud se může použít uvolnění z a pro libovolné povrchy zbraní třídy A a D chráněné schválenou povrchovou ochranou jako je např. obětní kovová vrstva v zóně 2A.
- Tam, kde je možno dokázat, že porušení struktury, jako je např. oddělení vrstev kompozitního materiálu, je bezvýznamné povahy a navíc:
 - Bude omezeno pouze na okamžitou oblast oblouku.
 - Nebude se rozšiřovat aerodynamickými silami během následných letů anebo jiným způsobem do míst, kde by mohlo dojít k ohrožení bezpečnosti nebo použitelnosti.

TABULKA 508/4-C3 – Zkouška 3 – Poškození CFC povrchu obloukem

Požadavky	1	Musí se použít požadavky 1 až 4 Tabulky 508/4-C1, Zkouška 1.
	2	Rozšiřování poškození se musí posoudit metodou schválenou národní autoritou.
Zkušební průběhy		
Zóna 1A		Složka A.

Zóna 2A	Unipolární impulz (amplituda a trvání viz [1], tabulka 254-4) okamžitě následovaný složkou D (viz poznámka).
Zóna 1B	Složka A se zvyšujícím se trváním daným akčním integrálem požadovaným [1] okamžitě následovaná složkou C.
Zóna 2B	Složka C okamžitě následovaná složkou D (viz poznámka).
POZNÁMKA Všechny zóny se vždy vztahují ke zbraním třídy B, C a D1. V některých případech se mohou zóny použít pro zbraně třídy A a D2, zóny 1B a 3.	

TABULKA 508/4-C4 – Zkouška 4 – Poškození kovových složených panelů s nevodivým voštinovým jádrem obloukem

Požadavky	1	Musí se použít požadavky 1 až 4 Tabulky 508/4-C1, Zkouška 1.
	2	Rozšiřování poškození se musí posoudit metodou schválenou národní autoritou.
Zkušební průběhy		
Zóna 1A		Unipolární impulz (amplituda a trvání viz [1], tabulka 254-4).
Zóna 2A		Unipolární impulz (amplituda a trvání viz [1], tabulka 254-4) okamžitě následovaný složkou D (viz poznámka).
Zóna 1B		Složka C okamžitě následovaná složkou D (viz poznámka).
Zóna 2B		Složka C okamžitě následovaná složkou D (viz poznámka).
POZNÁMKA Všechny zóny se vždy vztahují ke zbraním třídy B, C a D1. V některých případech se mohou zóny použít pro zbraně třídy A a D2, zóny 1B a 3.		

TABULKA 508/4-C5 – Zkouška 5 – Poškození tenkých kovových sendvičových panelů s žáruvzdornou vrstvou obloukem

Požadavky	1	Musí se použít požadavky 1 až 4 Tabulky 508/4-C1, Zkouška 1.
	2	Rozšiřování poškození se musí posoudit metodou schválenou národní autoritou.
Zkušební průběhy		
Zóna 1A		Složka A.
Zóna 2A		Unipolární impulz (amplituda a trvání viz [1], tabulka 254-4) okamžitě následovaný složkou D (viz poznámka).
Zóna 1B		Složka A se zvyšujícím se trváním daným akčním integrálem požadovaným [1] okamžitě následovaná složkou C.
Zóna 2B		Složka C okamžitě následovaná složkou D (viz poznámka).
POZNÁMKA Všechny zóny se vždy vztahují ke zbraním třídy B, C a D1. V některých případech se mohou zóny použít pro zbraně třídy A a D2, zóny 1B a 3.		

TABULKA 508/4-C6 – Zkouška 6 – Poškození CFC sendvičových panelů s nevodivým voštinovým jádrem a s/bez žáruvzdorné vrstvy obloukem

Požadavky	1	Musí se použít požadavky 1 až 4 Tabulky 508/4-C1, Zkouška 1
-----------	---	---

	2	Rozšiřování poškození se musí posoudit metodou schválenou národní autoritou
Zkušební průběhy		
Zóna 1A		Složka A
Zóna 2A		Unipolární impulz (amplituda a trvání viz [1], tabulka 254-4) okamžitě následovaný složkou D (viz poznámka)
Zóna 1B		Složka C okamžitě následovaná složkou A se zvyšujícím se trváním daným akčním integrálem požadovaným [1]
Zóna 2B		Složka C okamžitě následovaná složkou D (viz poznámka)
POZNÁMKA Všechny zóny se vždy vztahují ke zbraním třídy B, C a D1. V některých případech se mohou zóny použít pro zbraně třídy A a D2, zóny 1B a 3.		

C.5.3 Zkoušky ohmického oteplení

Viz tabulka 508/4-C7. Národní autorita bude normálně požadovat provedení analýzy pravděpodobného rozložení proudu blesku, s ohledem na konkrétní referenční oblasti s vysokou koncentrací proudu v malé části vodičů v ohraničeném prostoru. Všechny položky, které jsou potenciálně nebezpečné, že se zde může vyskytnout ohmické oteplení, se musí vyzkoušet nebo jinak dokázat, že jsou bezpečné. Také, pokud se provádí zkoušky ohmického oteplení na částech zbraňových systémů vyrobených z materiálu CFC, bude národní autorita normálně požadovat posouzení pravděpodobného rozložení proudů blesku. Konkrétní zájem se musí zaměřit na spoje CFC/CFC nebo CFC/kov nebo na místa, kde prochází tok proudu tenkým CFC povrchem nebo CFC/kovovým voštinovým panelem. Zkoušky se normálně požadují na všech takových oblastech, jejichž analýza vykazuje potenciální riziko, ledaže by bylo možno bezpochyby demonstrovat (z předchozích zkušeností, interpolací předchozích výsledků nebo výpočtem), že takové riziko neexistuje.

Pokud se provádějí zkoušky, nárůst teploty zkoušené položky musí být menší než hodnota odsouhlasená národní autoritou.

TABULKA 508/4-C7 – Zkouška 7 – Zkouška ohmického oteplení

Požadavky	1	Musí se použít požadavky 1 až 4 Tabulky 508/4-C1, Zkouška 1.
	2	Musí se použít pevné připojení zkoušené položky, pouze v případě, že se také provádí zkoušky pro vyšetřování problémů způsobených obloukem a zkoušený objekt se musí připojit ke generátoru proudu blesku v souladu s požadavkem zkoušky 1, požadavek 2.
	3	Pokud se provádí zkoušky otevřeným obloukem, uspořádání zpětných vodičů se musí navrhnout tak, aby se dosáhlo správného rozložení ve zbytku zkoušené položky na straně vzdálené od oblouku. Zkušební elektrody musí mít tvar tryskových odchylovacích elektrod. Oblouk musí být nejméně 50 mm dlouhý a může být spuštěn jemným vodičem, jak je definováno ve zkoušce 1, požadavek 3.
	4	Pokud se použije pevné připojení, tak se musí systém

		zpětných vodičů uspořádat tak, aby se dosáhlo správného rozložení proudu ve zkoušeném objektu.
	5	Zkušební proud se musí zaznamenávat s kalibrovanou časovou základnou tak, aby bylo možno určit akční integrál zkušebního proudu. Měření teploty zkoušeného objektu se může provádět teplotně citlivými barvami, termočlánky, infračervenými kamerami nebo jinými metodami. Napětí na zátěži se také musí měřit s takovou časovou základnou, kterou se měří proud, aby bylo možno analyzovat výsledky zkoušek.
Zkušební průběhy		
Zóna 1A		Složka A.
Zóna 2A		Složka D.
Zóna 1B		Složka A se zvyšujícím se trváním daným akčním integrálem požadovaným [1].
Zóna 2B		Složka D.

C.5.4 Magnetické síly

Viz tabulka 508/4-C8

Národní autorita bude normálně požadovat analýzu geometrie zbraně, pro identifikaci oblastí s velmi vysokou proudovou hustotou a kde může existovat nebezpečí způsobené magnetickými silami.

Vliv magnetických sil na strukturu je komplexní funkce vrcholového proudu, akčního integrálu, rychlosti náběhu proudu, doby doznívání proudu a mechanické reakce struktury. Určení vlivu samotným výpočtem, nebo měřením samotných vrcholových sil je velmi obtížné a často nemožné z důvodu velkého počtu neznámých. Z tohoto důvodu jsou nejspokojivější metody zhodnocení vlivu zkoušky úplnou hrozbou s vizuální kontrolou nebo nedestruktivní zkoušky prováděné před a po zkoušce bleskem.

TABULKA 508/4-C8 – Zkouška 8 – Zkouška magnetických sil

Požadavky	1	Musí se použít požadavky 1 až 4 Tabulky 508/4-C1, Zkouška 1.
	2	Musí se použít pevné připojení zkoušeného objektu ke generátoru proudu blesku ve zkušebním místě a zkušební proud se musí do generátoru vracet zpětnými vodiči, které se musí uspořádat tak, aby se dosáhlo správného rozložení proudu ve zkušebním objektu. U zkoušek, kde se provádí umocňování magnetické reakce obloukem, se musí samotný oblouk reprezentovat pevným kovovým vodičem.
	3	Zkušební proud se musí zaznamenávat s kalibrovanou časovou základnou tak, aby bylo možno určit akční integrál zkušebního proudu. Napětí na zátěži se také musí měřit s takovou časovou základnou, kterou se měří proud, aby bylo možno analyzovat výsledky zkoušek.

	4	Vliv magnetických sil na zkoušený objekt se musí provádět vizuální kontrolou nebo jinými nedestruktivními zkušebními metodami schválenými národní autoritou.
Zkušební průběhy		
Zóna 1A		Složka A.
Zóna 2A		Složka D.
Zóna 1B		Složka A se zvyšujícím se trváním daným akčním integrálem požadovaným [1].
Zóna 2B		Složka D.

C.5.5 Zkouška nárazu zvukových vln

Viz tabulka 508/4-C9.

Významné a vážné poškození způsobené akustickými vlnami je vzácné a vyskytuje se pouze v oblasti připojení oblouku, buď vlivem prvotního úderu, nebo průrazu. Nevyskytuje se jako výsledek rozmítaného připojení úderu, pokud nedojde k průrazu. V případě kovového povrchu je poškození těžko zaznamenané a jen vzácně způsobí malou prohlubeň na povrchu v místě oblouku. V případě tenkých CFC panelů se ovšem může vyskytnout proděravění povrchu. Z tohoto důvodu bude národní autorita normálně požadovat zkoušky poškození nárazem zvukových vln povrchů CFC slabších než 1 mm a těch, které jsou umístěny v zónách 1A, 1B nebo 2B, takových materiálů, které tvoří horní povrch nebo sendvičových voštinových panelů.

TABULKA 508/4-C9 – Zkouška 9 – Zkouška nárazu zvukových vln

Požadavky	1	Musí se použít požadavky 1 až 4 Tabulky 508/4-C1, Zkouška 1.
	2	Zkušební proud se musí zaznamenávat s kalibrovanou časovou základnou tak, aby bylo možno určit akční integrál zkušebního proudu.
	3	Rozsah poškození se musí provádět vizuální kontrolou nebo jinými nedestruktivními zkušebními metodami, které musí být schváleny národní autoritou.
Zkušební průběhy		
Zóna 1A		Složka A.
Zóna 1B		Složka A se zvyšujícím se trváním daným akčním integrálem požadovaným [1].
Zóna 2B		Složka D.

C.5.6 Proražení izolace

Srovnání různých materiálů nebo ochranných schémat národní autoritou bude někdy vyžadovat provedení zkoušek průrazu dielektrika jako technické zkoušky všech dielektrických povrchů, které kryjí citlivá zařízení nebo materiál, nebo tam, kde může průnik proudu blesku způsobit významné nebezpečí. Zkoušky průrazu dielektrika se běžně používají jako certifikační zkoušky.

C.6 Zkušební metody přímých účinků

Návod týkající se zkoušek přímých účinků je na jiném místě této části. Zkušební průběhy jsou uvedeny v [1].

TECHNIKY ZKOUŠEK A METODY PRO VLIV FÁZE PRVOTNÍHO ÚDERU

D.1 Zkoušky průrazu dielektrika

Předmětem těchto zkoušek je ověření, zda úder blesku do zkoušeného objektu povede k proražení dielektrika nebo zda proud blesku projde povrchem nějakou vodivou částí. Zkoušky se používají pouze jako „technické zkoušky“ pokud není národní autoritou rozhodnuto jinak. HV impulzy s pomalou dobou náběhu způsobují spíše přeskok jiskry než proražení, zatímco HV impulzy s rychlou dobou náběhu způsobují proražení.

D.2 Volba zkušebních průběhů

Povrchy soustředují náboje vlivem vysokého okolního „kvazi stejnosměrného“ elektrického pole, které se často vyskytuje před úderem a také vlivem rychle se zvyšujícího pole (nad kvazi stejnosměrnou úroveň, pokud je tato přítomna) připojováním blesku.

Doba náběhu impulzu elektrického pole při prvotním úderu může významně ovlivnit pravděpodobnost proražení nebo přeskoků v dielektriku. Následkem toho, když se provádí posouzení rizika průrazu dielektrika, bylo při dřívějších výzkumech zjištěno, že se na stejnosměrnou úroveň musí superponovat impulz $1,2/50 \mu\text{s}$, který vytvoří na povrchu potenciál vhodný pro správnou dobu náběhu, umožňující studium průrazu. I když poslední výzkumy ukazují, že stejnosměrná úroveň přítomná ve skutečném prostředí, nemá pro zkušební účely význam.

Současné výzkumy, které se zabývají mechanizmy a připojováním k radomům ukázaly, že změna elektrického pole je mnohem pomalejší proces, než jaký se může vyskytnout při použití průběhu $1,2/50 \mu\text{s}$. Další zkoušky ukázaly, že radomy je možno prorazit za použití pomalejších průběhů, ale není možno je prorazit průběhem s dobou náběhu $1 \mu\text{s}$ (Průběh A). Z toho důvodu se nyní předpokládá, že správný průběh pro studium průrazu je průběh $200/2\ 000 \mu\text{s}$ (tzv. spínaný průběh) bez přítomnosti stejnosměrného napětí.

Impulzní generátor musí být schopen dát na výstupu napětí nejméně 1,0 MV, i když pro velké zkoušené objekty se může požadovat napětí až 4 MV. Průběh $200/2\ 000 \mu\text{s}$ se musí použít jako „spínaný“ průběh techniky zkoušek vysokým napětím, BS 923/IEC 60 [3].

D.3 Návod pro zkoušku

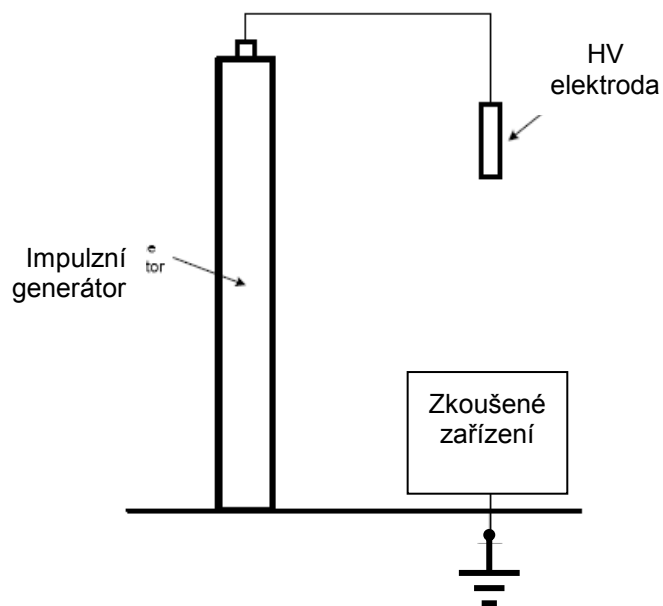
Kdykoliv je to možné, musí se zkoušené objekty vybrat z běžné produkce se všemi prvky struktury. Pokud to není možné, musí se použít model výrobku v měřítku 1 : 1. V takovém případě se může vodivá struktura vyrobit ze dřeva nebo jiného podobného materiálu pokrytého hliníkovou fólií pro simulaci vodivých prvků, které zajišťují správné rozložení elektrického pole v průběhu zkoušky. Dielektrické prvky se pak musí použít ze zkoušeného výrobku a nesmí se nahradit jiným materiálem. V případě rozlehlých objektů, kdy jsou zkoušky úplné zbraně nepraktické, se musí zkušební objekt sestavit z vyšetřovaných dielektrických součástí plus 1,5 m až 2 m velkými skutečnými nebo simulovanými strukturálními částmi sousedícími s dielektrickými prvky nebo které je obklopují. Všechny vodivé součástky uložené

pod dielektrickým povrchem musí být přítomny, buď jako vyráběný hardware nebo simulovaný prvek tj. anténa nebo radiolokátorový skener.

D.4 Zkouška průrazu dielektrika

Zkušební požadavky jsou následující:

- a) Pro zkoušku se musí použít impulsní generátor vysokého napětí, který musí být schopen dodat napětí obou polarit. Impulzní generátor musí produkovat průběh ve tvaru 200/2 000 μ s. Výstupní napětí generátoru musí být nejméně 1 MV.
- b) Nákres zkušebního uspořádání je na obrázku 508/4-D1.
- c) Napětí generátoru musí být takové, aby produkovalo požadované napětí, které vytvoří 90 % pravděpodobnost proražení zkušební mezery (napětí V_{90}) s odpovídající polaritou.
- d) Všechny vodivé součástky a zařízení uvnitř nebo na zkoušeném objektu se musí elektricky připojit k zemní ploše.
- e) Prutová elektroda o průměru 8 mm až 14 mm, která je připojena k výstupní svorce generátoru se musí umístit v odpovídající vzdálenosti od zkoušeného objektu. Mezera mezi elektrodou a dielektrickým povrchem zkoušeného předmětu musí být 1,5 m nebo 1,5 násobek maximální vzdálenosti průrazu napříč dielektrickým povrchem, podél toho, která je větší.
- f) Elektroda musí být schopná umístění v různých pozicích kolem zkoušeného objektu nebo je třeba zkoušeným objektem otáčet kolem pevné elektrody tak, že je možno vyzkoušet různé části dielektrického povrchu,
- g) V každé poloze elektrody nebo zkoušeného objektu se musí provést 5 až 10 výbojů obou polarit. Musí se provést záznam všech výbojů, který musí obsahovat:
 - (1) Oscilografický průběh napětí všech výbojů, včetně těch, které nepřeskočily mezerou.
 - (2) Fotografie každého výboje pořízené souběžně nejméně ze dvou míst rychloběžnou kamerou, aby bylo možno určit vstupní bod.



OBRÁZEK 508/4-D1 – Nákres uspořádání při zkoušce průrazu dielektrika

TEKUTÉ VÝBUŠNINY A PALIVO – POSOUZENÍ NEBEZPEČÍ A KONSTRUKCE

E.1 Úvod

Tato příloha uvádí základy některých problémů konstrukce pro zabránění vlivů blesku na tekuté výbušniny (včetně pohonných směsí) a palivo a dává návod pro posouzení a zkoušky. V této příloze se často vyskytuje termín „palivo“ (fuel), který představuje synonymum pro tekutou pohonnou směs a výbušninu, pokud není uvedeno jinak. Celá řada požadavků byla původně určena pro konstrukci a zkoušky letadel a mohou se použít pro některé zbraně.

E.2 Mechanismus nebezpečí

Nebezpečí pro palivo se zvyšuje v integrovaných palivových nádržích a dalších místech, kde může být palivo nebo jeho výpary vystaveny vlivům výboje blesku. Roznícení paliva může být důsledkem výboje do povrchu nádrže, vytvořením žhavých bodů, proražením CFC povrchu obloukem, zvukovou rázovou vlnou, proražením dielektrického povrchu nádrže a teplotním nebo napěťovým jiskřením. Tyto mechanismy roznícení obsahují přímé a nepřímé vlivy a v případě palivové nádrže se mohou měnit podle metody a materiálu použitého při její konstrukci.

Palivové nádrže vyrobené z dielektrických materiálů obvykle obsahují kovové části, jako jsou držáky, trubky, ventily, konektory a vodiče, které se mohou stát cílem elektrického výboje blesku. Tento výboj může způsobit přerušení dielektrického povrchu proražením nebo rozdrčením a vytékající palivo se může vznítit.

Je nutno si uvědomit, že i zdánlivě prázdná nádrž obsahuje zbytky paliva, které vytváří v nádrži výbušnou směs. Částečně prázdná nádrž může také obsahovat výbušnou směs paliva a vzduchu nad hladinou paliva a je nutné, aby vnitřní provedení trubek, propojovací a elektrická vedení byla správně navržena a instalována tak, aby nemohlo dojít k jiskření a oblouku.

Dielektrické nádrže se musí ochránit proti proražení tenkou kovovou vrstvou, nebo rámem z kovových pásků připojených k trupu letadla, které představují pro výboj blesku „atraktivnější“ cíl a odvádí ho do trupu letadla. Může se vyskytnout potřeba zkoušek proražení dielektrika při posuzování ochrany proti blesku.

V případě nádrží vyrobených z hliníkových slitin umístěných v zónách 1 nebo 2 tkví hlavní nebezpečí v tloušťce materiálu a možnosti jeho proražení v místě úderu blesku,

i když také žhavé body mohou být u nádrží vyrobených ze slitin s vysokým bodem tání, jako je např. titan, problém. Nebezpečí jiskření v kovových nádržích je poměrně malé, protože dobrá vodivost kovu udržuje proud blesku na povrchu nádrže, ale možnost se nemůže vyloučit, zvláště u slitin s vysokým bodem tání, které mají menší vodivost než hliník. Problém mohou představovat přístupové krytky a celková konstrukce.

Nádrže vyrobené z CFC představují různá nebezpečí. Protože pravděpodobnost přirozené eroze při oblouku a čistě termálního průrazu je podstatně menší než v případě kovu a oblouk neproniká více než pěti vrstvami, ale pravděpodobnost výskytu žhavých bodů je mnohem vyšší. Kromě toho mechanické vlastnosti CFC vytvářejí větší předpoklad poškození akustickou rázovou vlnou. Navíc vyšší odpor

CFC znamená, že jeho elektrický povrchový efekt je nízký, takže napěťové gradienty uvnitř materiálu jsou vysoké a při vhodných rozměrech materiálu může povrchový proud proniknout do vnitřku nádrže a vytvořit nebezpečí jiskření. Ochranná opatření, jako je např. kovová povrchová vrstva, jsou důležitá a je pak nutné potvrdit jejich účinnost, nejlépe zkouškami pro všechna nebezpečí.

E.3 Charakteristiky paliva a kritéria pro výbuch nebo zapálení

E.3.1 Charakteristiky paliva

Při posuzování nebezpečí, která vznikají při úderu blesku, se musí uvažovat všechny potenciálně roznítilné kapaliny a výpary, včetně např. olejů a hydraulických kapalin. Uvažovat se musí nejen nebezpečné výpary smíšené se vzduchem, které se běžně vyskytují (např. směs palivových výparů a vzduchu ve volném prostoru nádrže), ale také v jinak suchých prostorách, kam se výpary mohou dostat prosakem nebo únikem.

Je to palivo, které způsobuje největší problémy a předmět hořlavosti leteckého paliva je komplexní. Komplikující parametry jsou obsah kyslíku ve směsi palivových výparů a vzduchu, kdy se v palivu rozpuštěný kyslík uvolňuje vlivem nadmořské výšky a vytváří v nádrži aerosol, který se normálně uvažuje ve výparech jako příliš bezvýznamný pro roznět (Minimální energie roznětu – MIE).

E.3.2 Meze výbuchu palivových výparů / vzduchu

Dolní mez výbuchu (LEL) nebo „bod vzplanutí“ paliva nastane, když procentuální hodnota výparů paliva ve vzduchu je dostatečná pouze pro roznícení – okolo 1,3 % pro palivo označované „AVTUR“ při atmosférickém tlaku na úrovni moře. Horní mez výbuchu (UEL) nastane, když poměr výparů paliva a vzduchu vytváří bohatou směs a zabraňuje hoření – okolo 7,9 % pro „AVTUR“ při atmosférickém tlaku na úrovni moře. Tyto meze závisí na teplotě paliva a atmosférickém tlaku.

Rosení paliva, způsobené např. ochlazením nádrže, způsobí nižší hodnotu LEL. Obohacení kyslíkem, způsobené uvolňováním rozpuštěného kyslíku v palivu vlivem vyšší nadmořské výšky zvýší omezení provozu posilovacího čerpadla, což opět způsobí obohacení směsi kyslíkem a normální vibrace zbraně mohou způsobit rosení.

Maximální energie pro výbuch se vyskytne v případě, že je směs stechiometrická (to znamená, že směs obsahuje takové množství vzduchu, že může dojít k hoření – pro „AVTUR“ to představuje asi 4 % koncentrace výparů v nulové nadmořské výšce).

Z výše uvedených skutečností je možno vidět, že kromě potřeby zdroje roznětu existuje několik dalších faktorů, které mají vliv na rozhodnutí, zda dojde nebo nedojde v nádrži k výbuchu a jakou bude mít sílu, když k ní dojde.

E.3.3 Minimální úroveň energie roznětu (MIE)

Aby došlo k výbuchu, musí být směs palivových výparů roznítilná, to znamená, že teplota paliva a tlak vzduchu v prostoru nad ním se musí nacházet v mezích, které byly zmíněny výše. Nicméně energie jiskry, požadovaná pro roznět takové směsi se mění s intenzitou směsi. Nejmenší stechiometrický poměr pro palivo Jet A (AVTUR) je přibližně 2. Nejmenší energie se označuje jako „minimální energie roznětu“. Zjišťuje se nalezením minimální energie elektrické jiskry, která roznítí směs. Minimální energie roznětu se zvyšuje se stoupající nadmořskou výškou a snižuje

Příloha E

s obsahem kyslíku. Úroveň se mění s obsahem uhlovodíku, ale obvykle leží mezi 0,2 a 0,3 mJ při normální koncentraci kyslíku (21 %) při stejném atmosférickém tlaku. Při koncentraci kyslíku 35 % se minimální energie roznětu snižuje asi 5krát.

Uvažuje se, že hodnota 0,2 mJ je přijatelná pro munici a tato hodnota se zde používá.

Pravděpodobnost roznětu při minimální energii roznětu je velmi nízká. Např. minimální energie roznětu propanu je 0,2 mJ, ale pravděpodobnost roznětu jednou takovou jiskrou je < 0,1 %. Stejně hodnoty je možno použít pro palivové výpary při koncentraci kyslíku 21 %.

E.3.4 Teplotní jiskření

Je virtuálně nemožné spočítat přijatelnou hodnotu energie pro teplotní jiskření, ale metody použitelné pro detekování 0,2 mJ napěťového jiskření jsou dostatečně citlivé pro detekci teplotního jiskření.

E.3.5 Rozněťová kritéria

Jak bylo uvedeno v člancích E.3.2 a E.3.3 této přílohy, jestli se vytvoří nebo nevytvoří výbušná směs závisí na několika faktorech. Účel této specifikace předpokládá, že taková směs se může vyskytnout vždy a tedy posouzení tohoto nebezpečí musí ukázat všechny zdroje roznícení, aby jim bylo možno čelit.

Je tedy nutné demonstrovat, že se nevyskytne průnik oblouku, žhavá místa, vnitřní oblouk a jiskření. Jiskření je z těchto mechanismů nejobtížnější pro eliminování a demonstraci jeho absence.

Absenci jiskření je možno demonstrovat buď zkouškou jiskření, nebo zkouškou hořlavým plynem (viz článek E.5.4 této přílohy). Obvykle se dává přednost zkoušce jiskření, protože se jedná o jednodušší zkoušku než zkoušku hořlavým plynem. Kromě toho je detekce jiskření zkouška s mnohem větším rozlišením, protože umožňuje určit místo jiskření a provést účinnější opatření na rozdíl od zkoušky typu prošel/neprošel jak je tomu u zkoušky hořlavým plynem. I když zkouška je původně určena pouze k prokázání absence jiskření.

E.4 Posouzení a zkoušky nebezpečí roznětu paliva a tekutých výbušnin

E.4.1 Posouzení

Pokud se provádí posouzení nebezpečí roznětu paliva, nesmí se zapomenout, že takové nebezpečí se neomezuje na oblasti, kde se obvykle vyskytuje proud mezi vstupními body blesku ale, že podle zákonů elektromagnetické indukce se vyskytuje i na zbytku vozidla. Proud může např. procházet mezi rozhraním závěsu nádrže na křídle letadla při úderu do křídla a ocasem letadla bez přímého úderu do nádrže. Také napětí, které způsobuje jiskření v monitorovacím systému, se může vyskytnout vlivem indukce do těch částí vodičů palivového systému uložených v trupu letadla, způsobené proudem blesku procházejícího trupem.

Pokud schválený zkušební plán obsahuje zkoušky pro takové zkušební uspořádání, je třeba použít sousední vodič, kterým protéká zkušební proud místo toho, aby procházel samotným zkoušeným objektem.

E.4.2 Teplotní a napěťové jiskření

Teplotní jiskření je takový fenomén, kdy jsou malé rozžhavené částice materiálu vypuzovány z povrchu vodiče, v důsledku proudu, který vytváří žhavý bod spolu s výslednými magnetickými silami působícími v určitém místě. Vyskytují se také velmi malé oblouky a generují vysoké tlaky, které přispívají k vypuzování částic. Koncentrace proudu může být způsobena nesprávným kontaktem dvou vodičů nebo ostrými změnami geometrie jednoho vodiče.

Protože jiskření má teplotní povahu, vhodný zkušební průběh je takový, který má vysoký vrcholový proud a vysokou hodnotu akčního integrálu, jmenovitě složky A a D.

Teplotní jiskření je obvykle mnohem významnější pro roznícení paliva a je to převažující mechanismus přímého vlivu a v praxi je jiskření vyskytující se v nádrži téměř vždy teplotní.

Napěťové jiskření se vyskytuje pouze v případě, že tok proudu vytváří napěťový rozdíl mezi dvěma vodiči, který se zvyšuje na hodnotu dostatečnou pro přeskok příslušným médiem, ať už je to vzduch nebo jiné dielektrikum. Může se indukovat ve smyčce nebo ohybu vodiče proudem, který prochází sousedním vodičem, nebo při poklesu odporu v materiálu s vysokým odporem jako je např. CFC. Napěťové jiskření je funkcí rychlosti změn proudu (induktivní) nebo vrcholového proudu (odporový napěťový gradient) a pro zkoušky je tedy vhodný průběh D.

V praxi se často vyskytuje kombinace teplotního a napěťového jiskření a zkušební průběh pro vyšetřování takového kombinovaného jiskření musí obsahovat parametry důležité pro oba mechanismy.

E.4.3 Detekce jiskření

Jak již bylo uvedeno, výskyt jiskření se detekuje buď zkouškou jiskření, nebo zkouškou hořlavým plynem. Tento článek uvádí základy optických metod detekce jiskření. Jiskření se může detekovat použitím pevné kamery nebo světlocitlivým převodníkem (články E.5.7.1 (metoda A) a E.5.7.2 (metoda B) této přílohy). V případě, že se musí detektory přemisťovat, aby se pokryly všechna potenciální místa jiskření, je možno problém řešit použitím více snímačů, systémem zrcadel nebo opakováním zkoušek s postupným umisťováním snímače na různá místa (ale viz článek E.5 této přílohy). Zobrazovací pole musí být úplně odděleno od jakéhokoliv světla a zkouška to musí potvrdit. Je třeba zajistit, aby samotné snímače neprodukovaly jiskření, pokud jsou např. umístěny v palivové nádrži.

Napěťové jiskření s malou energií a zápalné teplotní jiskření jsou velmi slabé a fotografická technika musí být tedy velmi citlivá. Citlivost filmu nesmí být menší než ASA 3 000 (DIN 36) velikost otvoru nesmí být menší než taková, která odpovídá údaji F4.7. Protože velikost jisker a jemnost stop rozžhavených částic je velmi malá, je důležitá skutečná velikost obrazu a tedy také typ objektivu. To znamená, že kratší ohnisková vzdálenost čoček umožňuje přiblížení ke zdroji světla se stejnou citlivostí (viz tabulka 508/4-E1).

Uspořádání musí být takové, aby demonstrovalo, že kamera v průběhu zkoušky zaznamenala jiskření, pokud se nějaké vyskytlo, např. že uzávěrka nebyla spuštěna nezamyšleně. Toto může také vyžadovat uspořádání se zdrojem slabé úrovně světla v zorném poli, ale je třeba postupovat opatrně, aby nedošlo k záměně s jiskřením,

a aby nedocházelo k rušení záznamu jiskření. Zdroj světla, který se může reprezentovat světlovodným kabelem, musí provést krátké osvětlení pokaždé, když je závěrka fotoaparátu otevřena. Dva takové zdroje pomáhají lokalizovat jiskření. Postup musí být následován lokalizací všech jisker s nejvyšší možnou přesností. Pokud je např. jiskření tak intenzivní, že dojde k přeexponování filmu, musí se zkouška opakovat s nižší citlivostí.

Pokud se používají světlocitlivé převodníky (fotonásobiče), musí se světlo možných zdrojů jiskření přivést k převodníku optickým vláknem (metoda B, článek E.5.7.2 této přílohy). Citlivost převodníků a připojených optických vláken nesmí být menší než taková, která je specifikovaná pro systém pevné kamery. Uspořádání fotonásobiče / optického vlákna může poskytovat vyšší citlivost než kamera a může se použít pro prvotní detekci jiskření. Použití fotonásobiče je velmi užitečné v případech, když má kamera omezené zorné pole nebo když je třeba hledat jiskření v palivovém potrubí.

E.4.4 Zkouška hořlavým plynem

Jak již bylo zmíněno dříve zkouška hořlavým plynem je metoda pro kontrolu jiskření a nemůže se brát jako pokus o simulaci skutečných výbušných podmínek. V minulosti se někdy používaly zkoušky výbušnosti směsi výparů leteckého paliva / vzduchu s kritériem prošel/neprošel, ale tyto zkoušky jsou nespolehlivé z důvodů statistické povahy roznětu a obtížnosti dosáhnout správné intenzity směsi.

Jak již bylo zmíněno, ve směsi paliva a vzduchu odpovídá energie 0,2 mJ napěťového jiskření asi 0,1 % pravděpodobnosti roznětu při normálním atmosférickém tlaku vzduchu a koncentraci kyslíku. Ve směsi etylénu a vzduchu 1,4krát bohatší než je stechiometrická hodnota je vyšší než 50 % pravděpodobnost detekce 1,6 mm dlouhé napěťové jiskry s energií 0,2 mJ.

Proto se etylén používá v této zkušební směsi přednostně pro zkoušky roznětového jiskření včetně teplotního jiskření. I když v současnosti se mnohem častěji používá směs vodík-argon-vzduch, která je mnohem citlivější na jiskry s energií nižší než 0,2 mJ a představuje tedy mnohem opakovatelnější zkušební směs pro tento typ zkoušek. Propan, který se také někdy používá, dává mnohem nesprávnější hodnoty pravděpodobnosti a jeho použití se nedoporučuje.

Zkouška hořlavým plynem se musí použít vždy tam, kde jsou pochyby o výsledku zkoušek jiskření provedených jiným způsobem. Zkouška se obvykle provádí v hlavní sestavě a může se také samozřejmě provádět s částmi sestavy a panely, které vytvoří plynovou buňku na straně palivového systému zkoušeného vzorku.

Při zkoušce se mohou také detekovat malé žhavé body a je přípustné ukázat tyto žhavé body uvnitř titanových panelů. Zkušební směs je možno získat průběžným mícháním plynu a vzduchu (jako v případě svařování) a hořlavost se musí kontrolovat průchodem zkušební buňkou s kalibrovaným zdrojem jiskření s energií 0,2 mJ, dřív než se vpustí do zkoušeného objektu.

Pokud bylo vše provedeno, může se směs vpouštět do zkoušeného vzorku a čekat, dokud se nedosáhne stálého roznětu směsi v zkušební buňce. Těsně před a po zkoušce se musí provést kontrola hořlavosti vstupující a vystupující směsi s výjimkou případu, kdy je zřejmé, že není třeba ověřovat výstupní směs, protože během zkoušky se dosáhlo roznícení. Pokud se po zkoušce nedosáhlo roznícení výstupní

směsi, je zkouška neplatná a je třeba zkoušku opakovat po správném nastavení směsi a kontrole roznětu výstupní směsi.

E.5 Požadavky pro zkušební posouzení nebezpečí výbušných materiálů, tekutých výbušnin, pohonných směsí a paliva

E.5.1 Úvod

Tato část přílohy definuje požadavky, které se musí splnit v případě, že se provádí zkušební posouzení nebezpečí týkající se tekutých výbušnin a paliva. Pokud se tyto zkoušky specifikují jako součást LHDA, musí se zvolit ze seznamu uvedeného v této části a uvést ve zkušebním plánu. Je třeba si uvědomit, že všechny energetické materiály se musí před provedením těchto zkoušek odstranit s výjimkou zkušebních směsí, které se používají při zkouškách hořlavým plynem.

E.5.2 Zkoušky obloukem

Zkoušky obloukem se musí provádět podle vhodných článků přílohy C a tabulek 508/4-C1 až 508/4-C9.

E.5.3 Zkoušky jiskření

E.5.3.1 Zkušební požadavky

- a) Musí se použít všeobecné požadavky této části.
- b) Zkušební vzorky mohou představovat panely, součásti pohonných a palivových systémů (např. krytky filtrů), části struktury (jako např. části pohonné nádrže), části sestavy nebo úplná hlavní sestava (např. nádrž pohonné směsi nebo obal tekuté výbušniny). Pokud se použijí první případy, musí se namontovat do lehkého úzkého boxu, který je navržen tak, aby zajistil shodu s krokem c) článku E.5.3.1 a byl schopen přijmout zařízení pro demonstraci jiskření změněné v kroku e) článku E.5.3.1. Musí se také provést úpravy hlavní sestavy pro instalaci zařízení pro demonstraci jiskření tak, aby byly splněny požadavky kroku c) článku E.5.3.1.
- c) Zkušební body pro přivedení proudu a uspořádání zpětných vodičů musí být uvedeny ve zkušebním plánu. Musí se definovat cesta proudu blesku zkoušeným objektem tak, že rozložení odpovídá s největší možnou pravděpodobností rozložení, které se vyskytne po úderu skutečného blesku. Může být nutné pro několik cest zkušebního proudu, které odpovídají různým souborům vstupních bodů blesku na zbrani definovat jeden soubor vstupních bodů, který představuje nejhorší případ rozložení proudu.
- d) Připojení zkušebního proudu ke zkoušenému objektu se musí provést pevným vodičem s výjimkou použití otevřeného oblouku, když se požaduje lokalizovaná vysoká proudová hustota (např. pro příchytky) nebo když se tato zkouška kombinuje se zkouškou poškození obloukem.
- e) Pokud se používá otevřený oblouk, nesmí být menší než 50 mm a musí se inicializovat tenkým vodičem, jehož průměr nesmí být větší než 0,1 mm. Vodič musí být buď kovový (např. měděný) nebo z uhlíkového vlákna.

Trysková odchylovací elektroda není nutná, pouze pokud by se prováděly zkoušky patou oblouku.

- f) Zkušební sestava se musí připojit k referenčnímu zemnímu potenciálu v jednom jediném bodu.
- g) Zaznamenat se musí napětí a proud oblouku s jednou kalibrovanou časovou základnou tak, že je možno určit vztah napětí a proudu vzhledem k času.
- h) Musí se instalovat zařízení pro detekci jiskření a každé jiskření, které se vyskytne se musí detekovat buď metodou definovanou v článku E.5.7.1 nebo v článku E.5.7.2 nebo kombinací obou metod, jak je uvedeno v článku E.5.7. Ekvivalentní metody se mohou používat se svolením národní autority.
- i) Zkoušky jiskření se mohou stát součástí zkoušek pro jiné chybové mechanismy, při nichž se používají proudy s akčními integrály a kdy se sleduje splnění požadavků všech zkoušek (viz článek E.5.5). Zkoušky jiskření přímých vlivů se mohou také kombinovat s měřením indukovaných napětí ve vodičích uvnitř zkoušených objektů a detekcí jiskření vlivem tohoto napětí a vyžadují splnění zvláštních požadavků uvedených v článku E.5.5.

Zkušební průběhy jsou uvedeny v článku E.5.5.

E.5.4 Zkouška hořlavým plynem

E.5.4.1 Zkušební požadavky

- a) Musí se použít obecné požadavky této části.
- b) Zkušební vzorky mohou obecně představovat zkompletované hlavní sestavy jako je např. nádrž pohonné směsi nebo úplné „mokrě křídlo“, dále se mohou zkoušet panely, součástky pohonného systému, nebo části sestav. Později se musí na „straně pohonu“ zkoušeného vzorku umístit plynotěsná buňka vytvořená z panelů odolných proti výbuchu. Hlavní sestava se také musí upravit pro umístění těchto panelů. Plynotěsná buňka nebo hlavní sestava musí umožňovat nepřetržitý průtok předepsané směsi plyn-vzduch (viz krok c) článku E.5.4.1). Zkušební buňka vybavená kalibrovaným zdrojem jiskření (viz krok d) článku E.5.4.1) umožňující roznícení směsi plyn-vzduch se musí uspořádat tak, aby bylo možno kontrolovat vstupní i výstupní zkušební vzorek směsi. Panely odolné proti výbuchu, zdroj jiskření a zdroj směsi plyn-vzduch se musí instalovat tak, aby byly splněny požadavky kroku e) článku E.5.4.1.
- c) Musí se zajistit nepřetržitý tok směsi plynu a vzduchu zkoušeným vzorkem dokud není zřejmé, že průběžně kontrolovaná výstupní směs má správné složení a umožňuje roznícení.
- d) Výstupní směs se musí shromažďovat na bezpečném místě nebo bezpečně odvětrávat. Vnější místa kolem vzorku, kde může dojít k úniku směsi, se musí zabezpečit a průběžně čistit dusíkem.

- e) Kalibrovaný zdroj jiskření musí mít štěrbinu, ve které se vytvoří jiskrový výboj pomocí vhodného kondenzátoru nabitého na takové napětí, které zajišťuje, že uložená energie těsně před přeskokem ve štěrbině je $0,2 \text{ mJ} + 10 \%$.
- f) Zkušební body pro přivedení proudu a uspořádání zpětných vodičů se musí uvést ve zkušebním plánu. Musí se definovat cesta proudu blesku zkoušeným objektem tak, že rozložení odpovídá s největší možnou pravděpodobností rozložení, které se vyskytne po úderu skutečného blesku. Může být nutné pro několik cest zkušebního proudu, které odpovídají různým souborům připojovacích bodů blesku na zbrani definovat jeden soubor připojovacích bodů, který představuje nejhorší případ rozložení proudu.
- g) Pokud se používá otevřený oblouk, nesmí být menší než 50 mm a musí se inicializovat tenkým vodičem, jehož průměr nesmí být větší než 0,1 mm. Vodič musí být buď kovový (např. měděný) nebo z uhlíkového vlákna. Trysková odchylovací elektroda není nutná, Zkušební sestava se musí připojit k referenčnímu zemnímu potenciálu v jednom jediném bodu.
- h) Zaznamenat se musí napětí a proud oblouku s jednou kalibrovanou časovou základnou tak, že je možno určit vztah napětí a proudu vzhledem k času. Napětí na zátěži se také může zaznamenávat s běžně kalibrovanou časovou základnou (proud se používá připojení pevným vodičem) jako pomoc při analýze zkušebních výsledků (viz příloha B).
- i) Pro zkoušený objekt se musí použít simulovaný výboj blesku. Těsně před a po každém úderu se musí provést kontrola hořlavosti vstupující a vystupující směsi. Pokud se po zkoušce nedosáhlo roznícení výstupní směsi, je zkouška neplatná a je třeba zkoušku opakovat po správném nastavení směsi a kontrole roznětu výstupní směsi.

Zkušební průběhy jsou uvedeny v článku E.5.5.

E.5.5 Zkušební průběhy

Průběhy zkušebních proudů se musí zvolit z průběhů uvedených v tabulce 254-4 [1] s ohledem na připojovací zóny blesku zkoušeného objektu.

Pokud se vyhodnocuje také napěťové jiskření, musí rychlost prvotního náběhu odpovídat průběhu D. Alternativně se může druhá zkouška provést za použití složky D s maximální hodnotou di/dt , která je definovaná v [1] pro letecké aplikace a $1 \cdot 10^{11} \text{ A/s}$ pro pozemní aplikace.

Pokud se může dokázat, že se bude vyskytovat pouze napěťové jiskření, musí se použít průběh D. Pokud se může dokázat, že se napěťové jiskření nebude vyskytovat, mohou se použít složky A a D bez specifikace rychlosti prvotního nárůstu.

Pokud se může dokázat, že zkoušený objekt jako celek, nebude nikdy vystaven celkovému proudu úderu blesku, může se zkušební amplituda odpovídajícím způsobem snížit.

Pokud se zkoušky nebo ostatní chybové mechanismy provádí ve stejné řadě zkoušek, pak se musí použít odpovídající průběhy pro různé mechanismy

při oddělených zkouškách nebo se musí se souhlasem národní autority použít takové průběhy, které odpovídají více mechanismům současně.

Pokud se ověřuje jiskření a přeskok v kabelech systému pohonných směsí, musí se pro zkoušky použít složka D s takovou rychlostí prvotního nárůstu proudu, která je definovaná výše a takovou hodnotou di/dt , která přesahuje $0,25 \cdot 10^{11}$ A/s po dobu delší než $0,5 \mu\text{s}$.

E.5.6 Úprava vzorků pro opakované zkoušky

Bylo dokázáno, že opakované průchody vysokých proudů spojeními snižují tendenci jiskření v těchto spojeních. Počet simulovaných výbojů blesku nebo úderů použitých pro každý zkoušený vzorek se musí tedy omezit s ohledem na tuto úvahu, pokud není národní autoritou rozhodnuto jinak, na 4 údery. Pokud se provádí zkoušky vedeného a obloukového připojení úderu, musí se vedené údery provádět jako první.

E.5.7 Metody detekce jiskření

Metody detekce jiskření uvedené níže byly vyvinuty, aby detekovaly jiskření energií až do 0,2 mJ. Mohou detekovat také termální jiskření, které je schopné roznítit směs tekutá výbušná pohonná látka-vzduch nebo palivo-vzduch.

E.5.7.1 Metoda A – Fotografická

Tato metoda používá film s citlivostí a expoziční dobou, které jsou vhodné pro záznam jiskření až do 0,2 mJ a termální jiskření schopné roznitit směs tekutá výbušná pohonná látka-vzduch.

Vhodný fotoaparát se musí umístit v obalu, který nepropouští světlo a ve kterém je umístěn i vzorek nebo v hlavní sestavě (pokud je to nutné musí se vytvořit vhodné otvory) tak, aby byly viditelné všechny zdroje jiskření. Na zkušebním místě, kde není k dispozici dostatek vhodných fotografických aparátů, se musí použít objektiv typu rybí oko nebo soustava zrcadel tak, aby nedošlo ke snížení citlivosti. Alternativně se může zkouška opakovat s umístěním fotoaparátu na různých místech, i když se tento postup nedoporučuje.

Citlivost filmu musí být nejméně ASA 3 000 (DIN 36) a velikost otvoru uzávěrky nesmí být menší než takový, který odpovídá hodnotě F4.7.

Zorné pole nesmí být větší než 1 m a maximální vzdálenost, v závislosti na ohniskové vzdálenosti objektivu musí být následující:

- a) 8 mm (rybí oko) = 300 mm,
- b) 16 mm (rybí oko) = 500 mm,
- c) 28 mm (rybí oko) = 1 m,
- d) 50 mm (rybí oko) = 2 m.

Zorné pole každého fotoaparátu se musí úplně odclonit od okolního světla a z tohoto důvodu se musí u každého fotoaparátu provést zkušební expozice.

Všechny možné zdroje jiskření se musí dočasně osvětlit a každý fotoaparát se musí přesně zaostřit a musí se zaznamenat jeho zorné pole, zda je schopný zaznamenat během zkoušky požadované místo. Pokud se používají dva světelné body vytvořené světelnými vlákny, je umístění jisker mnohem přesnější a čitelnější.

Malý světelný zdroj (který může například představovat kabel ze světelných vláken), který krátce osvětluje, těsně před nebo během použití zkušebního proudu, se musí použít v zorném poli každého fotoaparátu. Toto opatření demonstruje, že je možno zaznamenat jiskření, pokud se vyskytne. Musí se provést fotografický záznam každého umístění světelného zdroje, který je okamžitě následován záznamem jiskření.

Je třeba dávat pozor, aby nedošlo k záměně světelného zdroje a jiskření a také aby nedošlo ke vzájemnému rušení (např. zastíněním zorného pole). Je třeba také ověřit, zda zdrojem jiskření není samotný fotoaparát.

Po skončení zkoušek se musí ověřit, zda jsou místa výskytu jiskření přesné a možné. Pokud je např. jiskření příliš intenzivní, a dojde k přeexponování filmu, musí se použít film s jinou citlivostí než ASA 3 000 (DIN 36) a jiný otvor uzávěrky než F4.7 a zkoušky se musí opakovat.

E.5.7.2 Metoda B – Fotonásobič

Metoda je založena na použití kombinace fotonásobiče a pomocných fotoaparátů – prvně jmenovaný detekuje a poskytuje časovou historii jiskření a druhý umožňuje indikovat místo jiskření.

Fotonásobič se musí umístit do samostatného stíněného krytu a připojit k místu předpokládaného jiskření pomocí kabelu s optickými vlákny. Každá kombinace

ČOS 051627
5. vydání
Změna 1
Kategorie 508/4

Příloha E

kabelu s optickými vlákny a fotonásobiče se musí kalibrovat tak, aby bylo možno demonstrovat citlivost 0,2 mJ napěťového jiskření.

Fotoaparáty vhodné pro celkový pohled na zkoušený objekt se musí instalovat ve shodě s výše uvedenými informacemi. Mohou se vynechat, se souhlasem národní autority tam, kde by jejich umístění bylo obtížné nebo nemožné.

POŽADAVKY PRO ZKOUŠKY POSOUZENÍ NEBEZPEČÍ OD VÝBUŠNÉHO MATERIÁLU, PEVNÝCH VÝBUŠNIN

F.1 Úvod

Tato příloha definuje požadavky, které se musí splnit pro zkoušky posouzení nebezpečí při použití pevných výbušnin a zvláště v případě zkoušek úplných systémů nebo jejich částí.

F.2 Volba zkoušek a počet vzorků

F.2.1 Všeobecně

Zkoušky, pro posouzení nebezpečí při použití pevných výbušnin se musí vybrat z tabulky 508/4-2. Pokud se požadují zkoušky úplných systémů, částečně oživených nebo dokončených a zkoušky částí systému, pak se musí provádět ve shodě s články F.4 a F.5 na zkompletované zbraně. Ostatní zkoušky uvedené v tabulce 508/4-2 se mohou provádět na odpovídajících částech zbraně nebo dokončené zbraně podle požadavku národní autority. Požadavky pro takové zkoušky musí splňovat požadavky přílohy C.

F.2.2 Požadovaný počet zkušebních vzorků

Pokud se provádí zkoušky úplné zbraně (dokončené nebo částečně oživené) nebo zkoušky částí systému, musí být počet vzorků takový, aby se zajistilo, že zbraň je necitlivá na vlivy blesku se spolehlivostí a důvěrou, kterou požaduje národní autorita.

F.2.3 EID

Pokud LHDA ukazuje, že existuje riziko roznětu EID bleskem, které může mít za následek snížení bezpečnosti (nebo ztrátu použití tam, kde se požaduje průběžná funkčnost), se musí zkoušky provádět se zabudovaným EID podle poznámky 2 a 3 v tabulce 508/4-2. EID musí být aktivní nebo inertní a vybavené.

Doporučuje se, aby se vybavené EID použilo všude tam, kde je to možné pro extrapolaci naměřených výsledků a určení rezervy bezpečnosti.

F.3 Zkoušky úplného systému

Vlivem komplikací a ceny při výrobě krytu proti výbuchu a speciálního přenosného generátoru blesku, se zkoušky úplných systémů neprovádějí, pokud to není nutné a používají se pouze tam, kde není jiné ověření možné. Může se ukázat, že taková zkouška je velmi drahá. Kdekoliv je to možné, provádí se místo zkoušek úplných systémů zkoušky jeho částí.

F.4 Požadavky pro zkoušky úplného systému

Musí se použít všeobecné požadavky uvedené v této části. Zkoušené položky se musí umístit v koaxiálním nebo kvazi koaxiálním systému zpětných vodičů zakrytovaném strukturou odolnou proti výbuchu. Systémy, které jsou schopné odpálení pohonu, musí být odpovídajícím způsobem připevněny. Přenosný generátor blesku se musí umístit, spolu s diagnostickým zařízením, do těsného sousedství krytu. Cesta zkušebního proudu z generátoru musí být pokračováním systému zpětných vodičů.

F.4.1 Posouzení

Zkušební body pro přivedení proudu a uspořádání zpětných vodičů musí být uvedeny ve zkušebním plánu. Musí se definovat cesta proudu blesku zkoušeným objektem tak, že rozložení odpovídá s největší možnou pravděpodobností rozložení, které se vyskytne po úderu skutečného blesku. Může být nutné pro několik cest zkušebního proudu, které odpovídají různým souborům připojovacích bodů blesku na zbrani definovat jeden soubor připojovacích bodů, který představuje nejhorší případ rozložení proudu. Připojení zkušebního proudu ke zkoušenému objektu musí být uvedeno ve zkušebním plánu. Připojení se musí provést pevným vodičem s výjimkou použití otevřeného oblouku, když se požaduje lokalizovaná vysoká proudová hustota (např. pro příchytky) nebo když se tato zkouška kombinuje se zkouškou poškození patou oblouku. Pro pevné výbušniny je možno použít informace uvedené v příloze E, článek E.4.1.

Pokud se používá otevřený oblouk, nesmí být menší než 50 mm a musí se inicializovat tenkým vodičem, jehož průměr nesmí být větší než 0,1 mm. Vodič musí být buď kovový (např. měděný) nebo z uhlíkového vlákna. Trysková odchylovací elektroda není nutná, ledaže by se prováděly zkoušky patou oblouku.

Zkušební sestava se musí připojit k referenčnímu zemnímu potenciálu v jednom jediném bodu.

Zaznamenat se musí napětí a proud oblouku s jednou kalibrovanou časovou základnou tak, že je možno určit vztah napětí a proudu vzhledem k času. Napětí na zátěži se také může zaznamenávat s běžně kalibrovanou časovou základnou (pokud se používá připojení pevným vodičem) jako pomoc při analýze zkušebních výsledků. Zkušební průběh musí odpovídat článku F.6.

Zkoušky se musí provádět se zvyšující se úrovní hrozby s počátkem na úrovni poloviční hrozby a zvyšováním směrem k úrovni úplné hrozby dokud se nedosáhne reakce nebo úrovně úplné hrozby bez reakce.

F.5 Požadavky pro zkoušky částí systému

Musí se použít všeobecné požadavky této části dokumentu. Zkoušená položka se musí umístit do koaxiálního nebo kvazi koaxiálního systému zpětných vodičů. Musí se použít požadavky článku F.4.1. Zkušební průběh musí odpovídat článku F.6.

F.6 Zkušební průběhy

Průběhy zkušebních proudů se musí zvolit z průběhů definovaných v tabulce 254-8 [1] podle zóny připojení blesku ke zkoušenému objektu následovně:

- a) Pokud se může dokázat, že se bude vyskytovat pouze napěťové jiskření, musí se použít průběh D. Pokud se může dokázat, že se napěťové jiskření nebude vyskytovat, mohou se použít složky A a D bez specifikace rychlosti prvotního nárůstu.
- b) Pokud se ověřuje jiskření a přeskok v kabelech systému pohonných směsí, musí se pro zkoušky použít složka D s takovou rychlostí prvotního nárůstu proudu, která je definovaná výše a takovou hodnotou di/dt , která přesahuje $0,25 \cdot 10^{11}$ A/s po dobu delší než 0,5 μ s.

TECHNIKY PRO ZKOUŠKY ZAŘÍZENÍ

G.1 Určení přechodových jevů použitých pro zkoušky zařízení

G.1.1 Úrovně přechodových jevů „nejsou známé“

V počátečních fázích vývoje, kdy nejsou TCL známé, je nutné pro účely konstrukce a zkoušek zařízení proti vlivům přechodových jevů formulovat normativní soubor průběhů, které s největší pravděpodobností představují ohrožení.

Toto je nutné, protože zařízení se musí vyvíjet souběžně se zbraní samotnou. Není možné čekat s návrhem zařízení, dokud nebude vyvinuta zbraň a změřeny přechodové jevy, které se vyskytnou při simulovaných zkouškách vlivu blesku. Průběhy použitelné pro zařízení se tedy určují na základě zkušeností z měření přechodových jevů při simulovaných zkouškách vlivu blesku na letadlech, doplněných o dostupné informace chování při letu a z předchozích podobných zkoušek.

I když jsou tvary průběhů normalizované, jejich amplitudy se volí podle kategorií zařízení, které závisí na tom, jak důležitá je funkce zařízení na bezpečnost letu zbraně a v jakém elektromagnetickém prostředí se bude zařízení vyskytovat (stíněné nebo nestíněné místo). V současné době jsou k dispozici čtyři normalizované průběhy uvedené v [1], jmenovitě se jedná o:

- a) Dlouhý impulz (LP), který simuluje difuzní/přerozdělenou vazbu (LP průběh).
- b) Střední impulz (IP), který simuluje odporovou vazbu (IP průběh).
- c) Krátký impulz (SP), který je rozdílný od průběhu v článku G.1.1b) a simuluje vazbu tokem otvorem (SP průběh).
- d) Tlumená sinusovka (DS), představuje kmity v kmitočtovém pásmu 2 až 50 MHz (DS průběh).

Pro každý průběh (s výjimkou DS) se definuje několik amplitud, které odpovídají kategoriím zařízení. Pokud se pro nové zařízení určí kategorie, pak se odpovídající úroveň stane úrovní pro přechodový jev návrhu zařízení (ETDL), vůči které se zařízení prvotně kvalifikuje.

G.1.2 Úrovně přechodových jevů jsou „známé“

Pokud se TCL již určily analýzou a zkouškami uvedenými v této části, pak se musí zjistit rozdíl mezi těmito TCL a prvotními zkouškami nebo zvolenými ETDL. Pokud je tento rozdíl pro každé rozhraní zařízení menší než odsouhlasená hodnota, musí se provést requalifikace zařízení na vyšší úrovně. Jestliže pak při těchto úrovních zařízení vykazuje chyby, musí se provést dodatečné zodolnění nebo opatření pro snížení odpovídající úrovně TCL. Alternativně, jestliže se zařízení dosud nezkoušelo, pak se musí zkušební proudové meze stanovit jako TCL plus odsouhlasená bezpečnostní rezerva.

G.2 Injektáž do kabelového svazku

Metoda injektáže do kabelového svazku se používá pro injektáž průběhu tlumené sinusovky, kdy se přechodové jevy injektují do každého kabelového svazku těsnou vazbou impulzního generátoru injektážní sondou, která tvoří impulzní transformátor.

Jádro transformátoru obvykle tvoří ferit a kabel sám tvoří sekundární vinutí. Každý zkoušený konec kabelu se musí připojit k odpovídajícímu zařízení, ale není důležité, aby k systému byly připojeny všechny injektované kabely (pokud není nutné připojení kabelů z důvodu monitorování chyb funkce). Všechny typy připojení ať už napájecí, řídicí nebo signálové se musí realizovat. Provedení sondy musí být ovšem takové, aby pracovala v celém kmitočtovém spektru použitého přechodového jevu, a musí vyhovovat všem proudovým a napěťovým požadavkům.

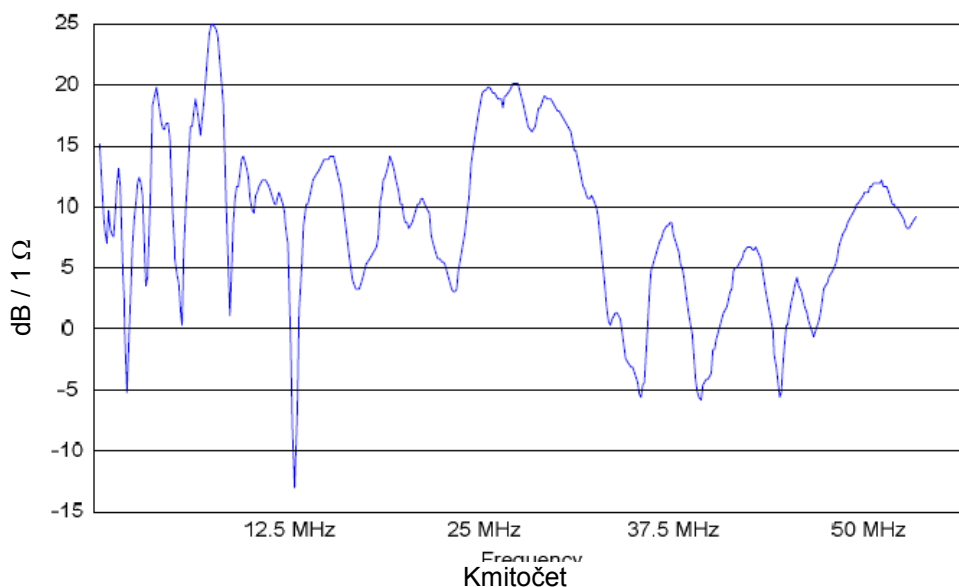
Injektované napětí přerušného obvodu se měří prostřednictvím napětí indukovaného do dodatečné jednozávitové cívky vytvořené kolem magnetického jádra sondy. Injektovaný proud se monitoruje prostřednictvím oddělené monitorovací transformátorové sondy umístěné kolem kabelu. Proud přechodového jevu v dalších kabelech systému (nebo v jiných bodech stejného kabelu) se může monitorovat dalšími sondami, pokud se to požaduje. Často se doporučuje toto provedení pro zajištění, že takové kabely není třeba dále zkoušet.

Jak je uvedeno v článku G.1, aby se vytvořily reprezentativní podmínky pro zbraň, musí se použít poslední verze konstrukce s podrobným umístěním kabeláže. I když zkoušky na kabeláži v prvních fázích vývoje mohou být užitečné pro určení susceptibility.

G.2.1 Tlumená sinusovka

Pro danou úroveň injektáže sinusového proudu (ať už tlumeného nebo netlumeného) zasahuje napětí skutečně důležité součástky ve zkoušeném zařízení, které jsou často vysoce citlivé na kmitočty, protože přirozené rezonance systému jsou závislé na zařízení a propojovacích kabelech.

Obrázek 508/4-G1 ukazuje typický výsledek, kde jsou viditelné ostré rezonance. Z tohoto důvodu se zkoušky provádí v úzkých kmitočtových intervalech v širokém kmitočtovém rozmezí a zvolené zkušební kmitočty musí obsahovat ty, které odpovídají maximální a minimální impedanci kabelu (popisující rezonance systému). Určují se rozmítáním nosné vlny (CW) určené dříve provedenými zkouškami, které jsou součástí EMC zkoušek. Také pokud EMC CW zkoušky ukázaly susceptibilitu zařízení na konkrétních kmitočtech, musí se tyto kmitočty použít při zkouškách účinků blesku tlumenou sinusovkou.



OBRÁZEK 508/4-G1 – Křivka typického proudu kabelového svazku napětové přenosové funkce kontaktu

Pokud TCL nejsou známy, musí se amplituda injektovaného přechodového jevu zvolit podle vstupní impedance kabelu ve zkušebním bodu. Fixní napětí může produkovat nepřiměřený proud při nízké impedanci a fixní proud může produkovat nepřiměřené napětí na vysoké impedanci.

Meze (maximální vrcholový indukovaný proud, maximální napětí zkušební smyčky a maximální volt-ampérové produkty) jsou specifikovány v tabulce 508/4-G1 a na obrázku 508/4-G2. Injektovaná úroveň je nejdříve nízká a pak se zvyšuje k první dosažené mezi. Pokud se zaznamená susceptibilita (narušení funkce) před dosažením zkušební meze, zaznamená se práh susceptibilita a zkouška pokračuje.

G.2.2 Dlouhý, střední a krátký impuls – Injektáž zemního napětí

V principu se může metoda injektáže dlouhého, středního a krátkého impulsu blesku do kabelu provádět sondou transformátorového typu, stejně jako v případě tlumené sinusovky. I když, protože nízký kmitočtový obsah takových impulsů může způsobit problémy při návrhu sondy, se mohou požadovat alternativní metody injektáže. Jedna z metod, která nevyžaduje injektážní sondu, je injektáž zemního napětí, která má charakteristiky, které velmi dobře odpovídají dvěma mechanismům (odporové a difuzní/přerozdělovací vazbě), při kterých se přechodové jevy injektují skutečným úderem blesku.

Při této metodě se generátor, který produkuje přechodové napětí požadovaného tvaru, připojuje mezi zemní plochu a kryt zkoušeného zařízení, jak je uvedeno na obrázku 508/4-G3. Toto odpovídá odporové vazbě, kdy část proudu blesku aktuálního úderu prochází zemní plochou spojující dvě části zařízení, kde se vytváří potenciální rozdíl odpovídající proudu a odporu zemní plochy. Pokud se předpokládá dvou vodičový obvod (nestíněný) spojený se zařízením, pak se toto napětí objeví v nesymetrickém režimu mezi obvodem a krytem a napětí krytu na každém konci páru vodičů závisí na místní impedanci krytu. Pokud propojovací kabel mezi dvěma zařízeními má stínění připojené na obou koncích, pak bude impedance smyčky nízká a proud tekoucí smyčkou může být omezen pouze její impedancí.

Příloha G

Při skutečném úderu blesku, není odporová vazba jediným mechanismem, kterým se dlouhý, střední a krátký impulz blesku může injektovat. Také magnetická vazba může produkovat napětí, které odpovídá rychlosti změny magnetického toku. I když zkouška injektáže zemního napětí je zdůvodnitelná z důvodu realistické výstupní impedance generátoru přechodových jevů (který se vkládá mezi kryt zařízení a zemní plochu), která není příliš vysoká.

V ideálním případě musí být dlouhé a střední impulzy jednosměrné, ale omezení impulzních generátorů obvykle znamená, že průběh protíná nulovou úroveň v některých bodech; toto není důležité, pokud jsou doby protnutí vhodně dlouhé.

Zkouška zemním napětím je pravděpodobně nejvhodnější způsob aplikace dlouhých a krátkých impulzů blesku a všeobecně se uznává, ale jsou zde i některé nevýhody. Jak již bylo zmíněno, impedance impulzního generátoru může snížit skutečný vazební mechanismus a způsobit změnu tvaru impulzu pro různé zátěže. Vložení této impedance může způsobit jinou funkci systému, která se musí ověřit ještě před aplikací zkušebního impulzu. Při návrhu generátoru se musí zajistit, aby výstupní impedance generátoru byla nízká (menší než $0,5 \Omega$) v celém kmitočtovém pásmu a významně nižší pro stejnosměrné napětí (DC).

Před tím, než jsou známé hodnoty TCL, se prvotní amplitudy, použité pro zkoušky zařízení odhadují podle důležitosti funkce zařízení a stupně stínění místa ve zbrani. Meze se určují pro napětí i proud a amplituda přechodového jevu se zvyšuje, dokud se nedosáhne jedna z mezí. Je důležité provádět zkoušky s oběma polaritami impulzu vzhledem k zemi.

Je také důležité, aby se zařízení zkoušelo postupně vzhledem k ETDL.

G.3 Charakteristiky impulzního generátoru

Zátěž připojovaná k impulznímu generátoru se může měnit ve velkém rozsahu, v závislosti na zkoušeném zařízení a generátor se tedy musí navrhnut tak, aby poskytoval stejný průběh v tomto rozsahu zátěží. Musí mít nízkou výstupní impedanci, která se požaduje i z jiných důvodů. V případě transformátorové injektáže obsahuje zátěž generátoru pochopitelně i charakteristiky injektážního transformátoru.

Generátor musí být schopen dodat specifikované maximální napětí a proud, včetně případu, kdy se požaduje dosáhnout obou mezních hodnot současně, ledaž by došlo k překročení volt-ampérové meze. Musí být možnost jemného dostavení výstupní amplitudy a v případě generátoru tlumené sinusovky musí být možné i jemné doladění kmitočtu. Dalším požadavkem je možnost jednoduchého nastavení různé polarit impulzu vzhledem k zemní ploše.

Dalším požadavkem je, že generátor musí obsahovat externí spouštění (synchronizace přechodových jevů s některými funkcemi zkoušeného systému) a řízení okamžiku aplikace impulzu vzhledem k fázi průběhu střídavého (AC) napájení. Musí také umožňovat opakované impulzy s volitelnou rychlostí opakování.

Obvykle se přechodový jev formuje přímo nabitím kondenzátoru na požadovanou úroveň napětí a pak vybitím do obvodu, který tvoří indukčnosti a rezistory. Jiným způsobem je vytvoření přechodového jevu při malé úrovni napětí a jeho zesílením výkonovým zesilovačem.

G.4 Zajištění zařízení do zkoušek

Zařízení se musí vždy zkoušet ve spojení s jedním dalším zařízením a někdy s celým systémem.

G.5 Zkouška injektáží tlumené sinusovky

G.5.1 Použitelnost

Zkouška se používá pro všechna zařízení, která obsahují elektronické a aktivní součástky, zvláště nelineární položky jako jsou tranzistory, integrované obvody atd. Ostatní typy součástek jako motory, generátory, relé, cívky a transformátory se mohou uvažovat s ohledem na jejich funkci a zranitelnost.

Zkouška je vhodná pro všechny napájecí, řídicí a signálové kabelové svazky.

Kabelové svazky musí představovat reprezentativní sestavu instalace a každá podskupina svazku se musí zkoušet odděleně (tj. napájecí svazek a každý svazek signálových a řídicích kabelů, které se vedou odděleně z konektoru).

Primární napájecí kabely se navíc musí zkoušet jednotlivě injektáží do jednotlivých vodičů.

Pokud je průměr svazku větší než otvor injektážní sondy, musí se svazek rozdělit a uspořádání se musí definovat v TP.

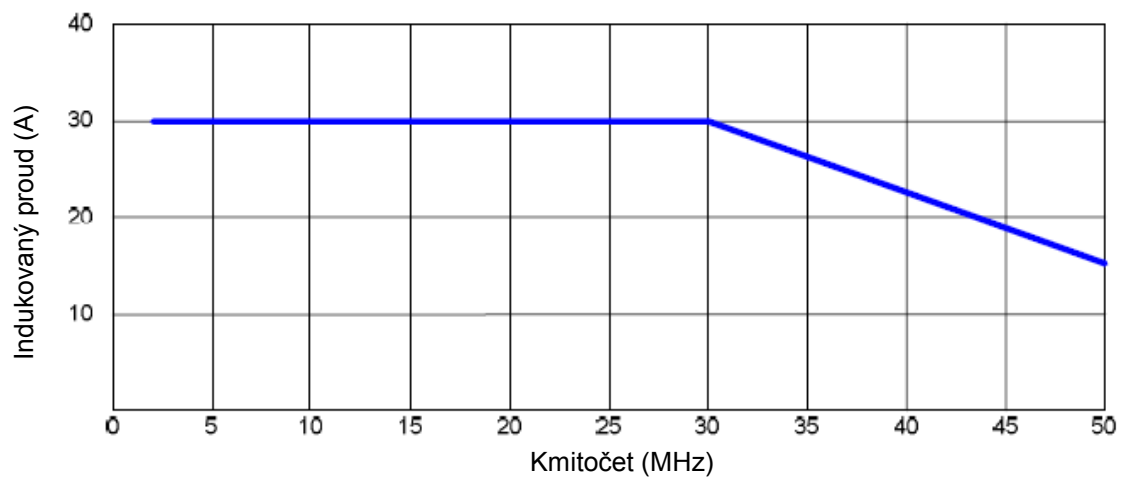
Tam, kde je délka kabelu mezi kryty menší než 0,5 m se zkouška nepožaduje. V případě délky kabelu 0,5 m až 1 m se musí injektážní a monitorovací sonda umístit symetricky uprostřed délky svazku. Všechny napájecí kabely se musí zkoušet pouze ve vzdálenosti 1 m od zkoušeného zařízení (EUT). Kabelové svazky delší než 1 m, které spojují dva nebo více EUT se musí zkoušet na obou koncích. Pokud je možno zařízení instalovat různým způsobem, musí odpovědná instituce definovat počet uspořádání při zkoušce.

POZNÁMKA Pokud se kabelový svazek zkouší odděleně pro jednotlivé větve a rozdělení je delší než 0,5 m od koncového konektoru, musí se každá větev zkoušet v celém kmitočtovém rozsahu. Tam, kde je rozdělení kratší než 0,5 m se musí kabelový svazek zkoušet ve vzdálenosti 50 mm od krytu hlavního konektoru. Pokud zkoušený kabelový svazek obsahuje vodiče, které se používají pro důležité funkce, pak se musí všechny větve zkoušet bez ohledu na bod, ve kterém došlo k rozdělení svazku.

G.5.2 Meze

Úrovně maximálního indukovaného proudu, maximální napětí zkušební smyčky a maximální volt-ampérový produkt proudu a napětí jsou uvedeny v tabulce 508/4-G1. Zkušební průběh musí odpovídat DS průběhu na obrázku 508/4-G3. Amplitudové meze pro tento průběh jsou následující:

- a) Pokud není úroveň řídicího přechodového jevu (TCL) známá, musí se pro ETDL použít meze uvedené v tabulce 508/4-G1 a na obrázku 508/4-G2.
- b) Pokud jsou TCL známé musí mezní proud odpovídat TCL plus rezerva určená podle přílohy B.



Napěťová mez: 3 kV pro 2 MHz až 30 MHz se snižuje na 1,5 kV pro 50 MHz
Mez kV: 30 kV pro 2 MHz až 30 MHz se snižuje na 7,5 kV pro 50 MHz

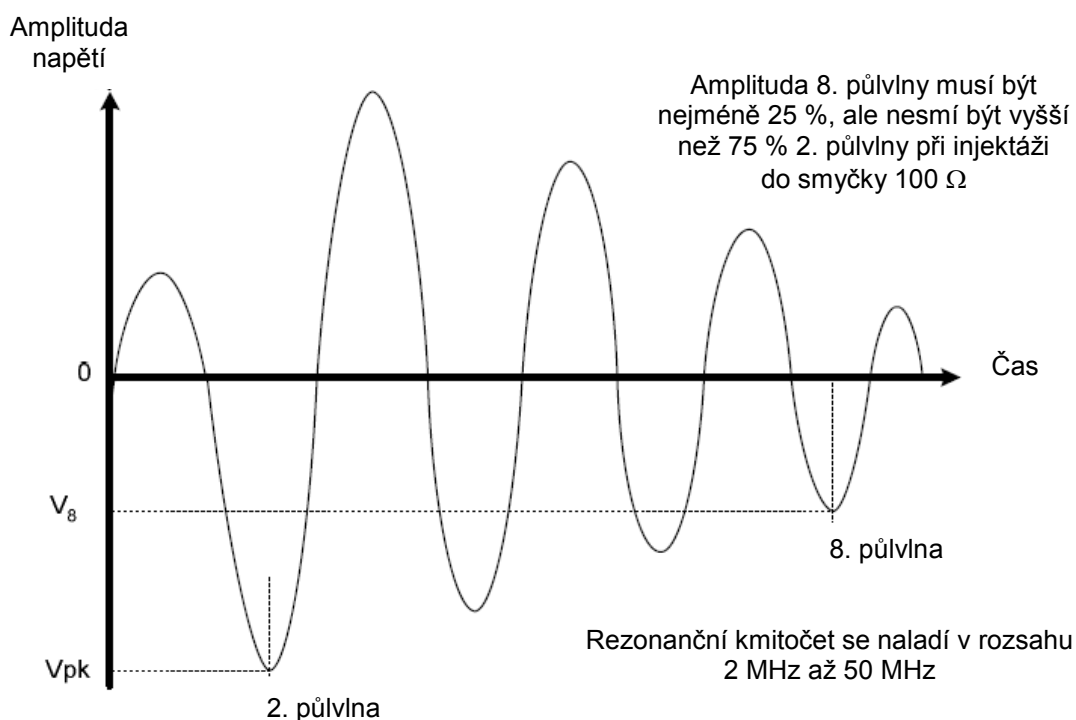
OBRÁZEK 508/4-G2 – Zkušební meze proudu, napětí a kVA

TABULKA 508/4-G1 – Meze pro indukovaný maximální vrcholový proud, napětí smyčky sondy a volt-ampérový produkt

Kmitočtový rozsah (MHz)	Indukovaná maximální vrcholová hodnota		
	Proud (A)	Napětí smyčky (kV)	Volt-ampérový výsledek
2 až 30	30,0	3,00	30,0
30	30,0	3,00	30,0
35	25,5	2,55	23,2
40	21,6	2,16	17,3
45	18,1	1,81	12,1
50	15,0	1,50	7,5

POZNÁMKY

- 1 Mezi 30 MHz až 50 MHz se amplituda lineárně snižuje s logaritmem kmitočtu.
- 2 Pro externí nebo nechráněné zařízení, se musí pro každý zkušební kmitočet zdvojnásobit hodnoty všech tří indukovaných maximálních vrcholových parametrů.
- 3 V případě, že se uvažuje pouze NEMP, může se předefinovat i nad meze.
- 4 Zkušební meze jsou dosaženy, když je splněno i pouze jedno z výše uvedených kritérií. Volt-ampérový výsledek se získá započtením výsledku maximálního napětí a proudu bez ohledu na znaménko nebo relativní čas obou signálů.



OBRÁZEK 508/4-G3 – Zkušební průběh tlumené sinusovky (DS)

G.5.3 Zkušební postup

G.5.3.1 Účel

Účelem je potvrzení, že EUT bude odolávat přechodovým jevům indukovaným na jeho napájecí a signálové kabely bez poškození nebo narušení funkce jak se definuje v TP. Charakteristiky přechodových jevů se volí na základě očekávaných indukovaných úrovní proudu způsobených vazbou s jaderným elektromagnetickým impulzem (NEMP) a vysokofrekvenčními složkami elektromagnetického impulzu blesku (LEMP).

Tato zkouška definuje injektáž přechodového jevu tvaru tlumené sinusovky do kabelového svazku EUT s reprezentativním uspořádáním instalace kabelů a spojení rozhraní EUT.

V případě, že se používají zkoušky NCS01 a NCS02 normy kategorie 501, musí se tyto zkoušky provést, pro nalezení rezonančních/rušivých kmitočtů.

POZNÁMKA Zkoušky NCE01 nebo NCE05 v kategorii 501 se musí provést před výše uvedenými zkouškami. Pokud zkouška(y) byly provedeny jako součást ověřování, je možno výsledky použít.

G.5.4 Zkušební zařízení

G.5.4.1 Generátory přechodových jevů s proměnným kmitočtem

Tyto generátory společně pokrývají požadovaný kmitočtový rozsah. Každý generátor spolu s příslušnou komplementární injektážní sondou, musí generovat průběh tlumené sinusovky, uvedený na obrázku 508/4-G3, když je připojen ke kalibračnímu přípravku 100 Ω . Specifické pracovní charakteristiky generátoru a sondy po připojení ke kalibračnímu přípravku, pokud není stanoveno jinak, jsou následující:

- a) **Výstupní kmitočet:** Požadovaný výstup musí pokrývat kmitočty v rozsahu 2 MHz až 50 MHz.

POZNÁMKA Bylo zjištěno, že se pro zajištění požadavku kmitočtového rozsahu běžně používají dva generátory s dělicím kmitočtem 30 MHz.

- b) **Přesnost nastavení kmitočtu:** Měřený kmitočet přechodového jevu musí ležet v rozmezí $\pm 10\%$ indikovaného nastavení kmitočtu generátoru. Kmitočet přechodového jevu se musí určit ze střední doby časového intervalu průchodu nulou prvních osmi půlvln během injektáže, při které se používá injektážní sondy popsané v tabulce 508/4-G2 a kalibračního přípravku 100 Ω .

TABULKA 508/4-G2 – Provozní specifikace injektážní sondy přechodových jevů

Kmitočtový rozsah (MHz)	2 až 200
Vlastní indukčnost (μH) $\pm 20 \%$	0,7
Vlastní rezonanční kmitočet (MHz) $\pm 25 \%$	40
Rezonanční impedance (Ω) $\pm 25 \%$	328
Vložený útlum (dB) $\pm 1,5$ dB při kmitočtu (MHz)	
2	17,0
5	10,0
10	6,0
20	4,5
50	4,5
100	4,5
200	5,0
Maximální vstupní řídicí napětí (kV_{pk})	4,0

- c) **Tlumení průběhu:** Amplituda prvních osmi půlvln, při použití injektážní sondy, uvedená na obrázku 508/4-G3 musí být nejméně 25 % ale menší než 75 % amplitudy vrcholové půlvlny při měření v kalibračním přípravku 100 Ω . Jmenovitá hodnota Q tohoto průběhu leží mezi 6,8 až 32,8.
- d) **Výstupní napětí:** Definuje se jako vrcholové napětí nejvyšší amplitudy půlvlny při injektáži do přerušného obvodu (mimo kalibrační přípravek a bez kabelu v otvoru). V kmitočtovém pásmu 2 MHz až 30 MHz se požaduje napětí 4 kV_{pk} , které se lineárně snižuje s kmitočtem na 2 kV_{pk} při 50 MHz. Tento výstup se požaduje při měření jednozávitovou monitorovací smyčkou, jak se popisuje v článku G.5.4.2.
- e) **Výstupní proud:** Požaduje se výstupní proud maximálně 40 A_{pk} pro půlvlnu s maximální amplitudou v kmitočtovém pásmu 2 MHz až 30 MHz, měřeno v kalibračním přípravku 100 Ω . Požadovaná úroveň se pak lineárně snižuje s kmitočtem na hodnotu 20 A_{pk} při 50 MHz.
- f) **Řízení amplitudy:** Výstupní amplituda se musí nastavovat tak, že je možná její změna nejméně v poměru 10 : 1 vzhledem k maximální úrovni, při zachování požadovaného průběhu.

Parametry se musí ověřit před zkouškami EUT, jak je popsáno v kategorii 501 článek 8.6, za použití zkušebního přípravku 100 Ω .

Napětí přechodového jevu generátoru přerušného obvodu a příslušné injekční sondy se měří umístěním malé smyčky s nízkou impedancí kolem injekční sondy. Výstup smyčky se monitoruje osciloskopem. Je třeba si uvědomit, že v této smyčce bude indukovat napětí až 4 kV.

Proudové monitorovací sondy musí být schopné přesného záznamu přechodového jevu bez saturace buď primárním tokem proudu ve zkoušeném kabelovém svazku, nebo v kombinaci s úrovní injektovaného přechodového jevu. Charakteristika přenosové impedance musí být v požadovaném kmitočtovém pásmu plochá.

Příloha G

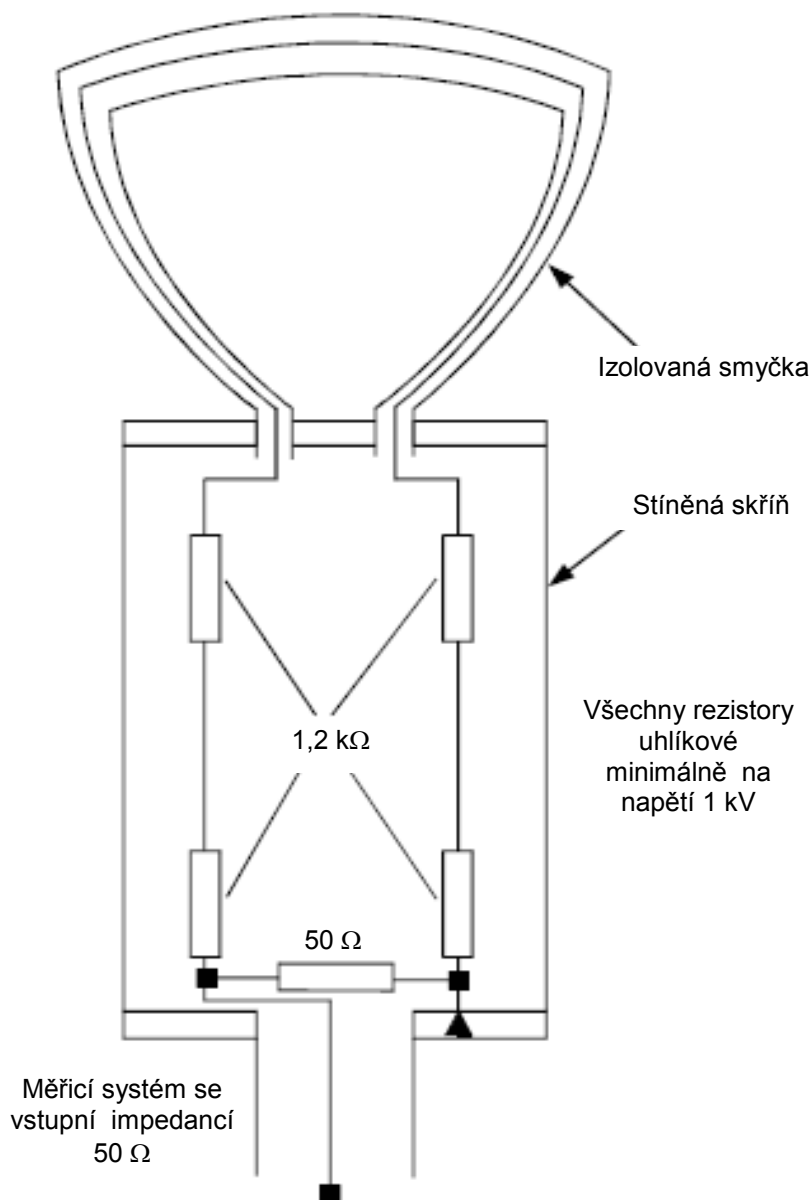
Pro měření napětí je vhodná vysokonapěťová sonda nebo vysokoimpedanční vysokonapěťový dělič, který musí umožnit kombinované měření v kmitočtovém pásmu do 100 MHz. Kapacita vysokonapěťové sondy nesmí přesahovat 20 pF a vstupní odpor nesmí být menší než 4 k Ω .

Osciloskop musí být v režimu měření stejnosměrné veličiny (DC) s minimální rozlišovací šířkou pásma 100 MHz, a musí mít externí spouštění časové základny. Vstupní impedance musí umožnit nastavení hodnoty 50 Ω pro připojení monitorovací proudové sondy. Musí umožnit záznam průběhu. Doporučují se rychlé digitální osciloskopy.

G.5.4.2 Monitorovací smyčka

Monitorovací smyčka se požaduje při měření injektážní smyčkou v režimu rozpojeného obvodu. Smyčka musí mít nízkou indukčnost a musí se tedy vyrobit z měděných vodičů o průřezu nejméně 10 mm². Smyčka se musí izolovat tak, aby snesla napětí několika kV, a musí těsně zapadat do průřezu injektážní sondy. Za některých okolností může sonda produkovat na výstupu až několik kV, takže musí být odpovídajícím způsobem izolovaná a při použití je nutno jisté opatrnosti. Smyčka se musí zakončit stíněným děličem potenciálu se jmenovitým dělicím poměrem 100 : 1. Odpor na nižší straně děliče je 50 Ω a odpor o této hodnotě musí být instalován v sondě. Výstup sondy se musí zakončit průběžnou zátěží 50 Ω (nebo útlumovým členem 50 Ω), jejíž výstup se může měřit vzdáleně prostřednictvím kabelu s impedancí 50 Ω . Tento kabel je připojen a přizpůsoben ke vstupu osciloskopu, aby nedošlo k vytvoření stojatých vln na kabelu. Pokud je k dispozici osciloskopický vstup s impedancí 50 Ω , musí se kabel připojit k tomuto vstupu. Pokud je k dispozici pouze vstup s vysokou impedancí, musí se zakončit průběžnou zátěží 50 Ω a kabel se musí připojit k ní. Vhodný návrh sondy je uveden na obrázku 508/4-G4.

Dělicí poměr potenciálního děliče se musí kalibrovat osciloskopem připojeným tak, že se může provést přesný odečet výstupního napětí smyčky z průběhu na osciloskopu. Jmenovitý dělicí poměr je uveden na obrázku 508/4-G4 (měřeno vysokoimpedanční sondou na jejím výstupu) a musí být 100 : 1. Při zakončení průběžnou zátěží 50 Ω a po připojení ke vstupu osciloskopu s impedancí 50 Ω je dělicí poměr 300 : 1.



OBRÁZEK 508/4-G4 – Monitorovací smyčková sonda

G.5.5 Zkušební nastavení

Obrázky 508/4-G5, 508/4-G6 a 508/4-G7 ukazují typické uspořádání při zkoušce. EUT musí být rozloženo ve shodě s požadavky kategorie 501 článek 8.6.

Tabulka 508/4-G3 definuje kmitočty přechodového jevu tlumené sinusovky, které se používají při injektáži. Dodatečné zkoušky jsou nutné při následujících kmitočtech:

- Susceptibilní kmitočty, nalezené při zkouškách NCS01 a NCS02, tj. kmitočty, které způsobily nesprávnou funkci při úrovních, které nedosáhly zkušební meze.
- Rezonanční kmitočty, nalezené při měření impedancí kabelových svazků nebo během měření rezonance při zkouškách NCS01 a NCS02.

Injektáž do napájecích vodičů se provádí v blízkosti konektoru připojeného k EUT. V případě kabelových svazků mezi jednotkami EUT nebo zátěžemi, které představují jiná zařízení, jsou požadavky uvedeny v článku G.5.1.

TABULKA 508/4-G3 – Přednostní kmitočty injektážních zkoušek

Číslo zkoušky	Kmitočet (MHz)	Číslo zkoušky	Kmitočet (MHz)	Číslo zkoušky	Kmitočet (MHz)
1	2,00	18	6,10	35	18,7
2	2,14	19	6,52	36	19,9
3	2,28	20	6,96	37	21,3
4	2,44	21	7,44	28	22,7
5	2,60	22	7,94	39	24,3
6	2,78	23	8,48	40	25,9
7	2,97	24	9,06	41	27,7
8	3,17	25	9,68	42	29,6
9	3,38	26	10,3	43	31,6
10	4,12	27	11,0	44	33,6
11	3,86	28	11,8	45	36,0
12	4,12	29	12,6	46	38,4
13	4,40	30	13,4	47	41,0
14	4,70	31	14,4	48	43,8
15	5,02	32	15,3	49	46,8
16	5,72	33	16,5	50	50,0
17	5,72	34	17,5		

a) Impedance kabelu/svazku

Obrázek 508/4-G6 ukazuje uspořádání při zkoušce a umístění sondy při měření impedance každého kabelového svazku. CW s nízkou úrovní se injektuje proudovou sondou a rozmítá se mezi 2 MHz až 50 MHz. Analyzátořem se detekuje napětí a proud a impedance pro každý kabelový svazek se vykreslí pro účely zkušebního protokolu. Měření impedance se provádí pouze v případě, že se neprováděly zkoušky NCS01 a NCS02 pro zjišťování rezonance kabelů nebo se používá jiné zkušební uspořádání nebo umístění proudových sond.

b) Injektáž přechodových jevů

Injektáž přechodových jevů se musí provádět na kmitočtech identifikovaných a definovaných v článku G.5.3.1 při zkušebním uspořádání uvedeném na obrázku 508/4-G7, kde byl generátor přechodových jevů nahrazen zdrojem CW signálu.

Při každém kmitočtu definovaném při měření impedance kabelového svazku, se musí generátor přechodových jevů nastavit tak, aby přesně odpovídal rezonanci kabelového svazku. Protože rezonance kabelového svazku mohou vytvářet významné vazby s generátorem, doporučuje se,

aby se kmitočet generátoru zkontroloval průměrováním průchodu průběhu nulou.

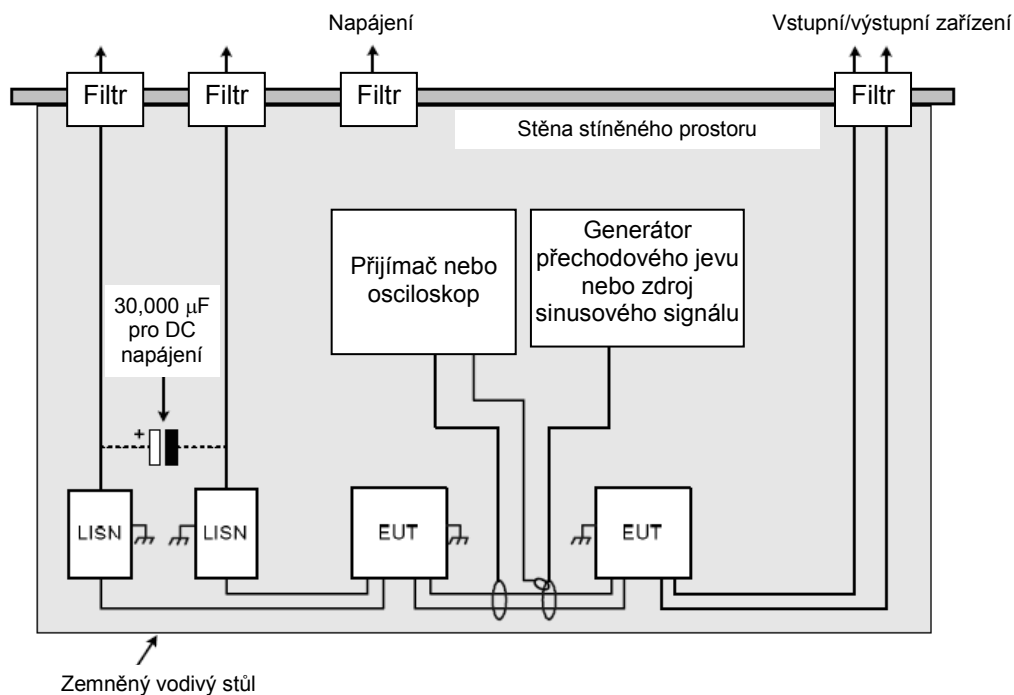
Pokud nejsou známy TCL, musí se impulzy injektovat s kmitočty uvedenými v tabulce 508/4-G4 se zvyšující se úrovní, počínajíc na 50 % úplné hrozby a zvyšující se přibližně s krokem 10 %, dokud se buď nedosáhnou meze uvedené v článku G.5.2 (proud, napětí nebo kVA) nebo nedojde k poškození nebo k chybě funkce. Pokud se nevyskytne poškození nebo chyba funkce, musí se pro každý kmitočet injektovat nejméně 5 průběhů přechodových jevů s maximální amplitudou. Časový interval mezi jednotlivými přechodovými jevy musí být minimálně 2 s, aby se zajistilo, že generátor se dostatečně zotaví.

Pokud jsou TCL známy, musí se impulzy injektovat podle požadavků uvedených v tabulce 508/4-G1 s výjimkou, že proudové meze byly doloženy ETDL v příloze B.

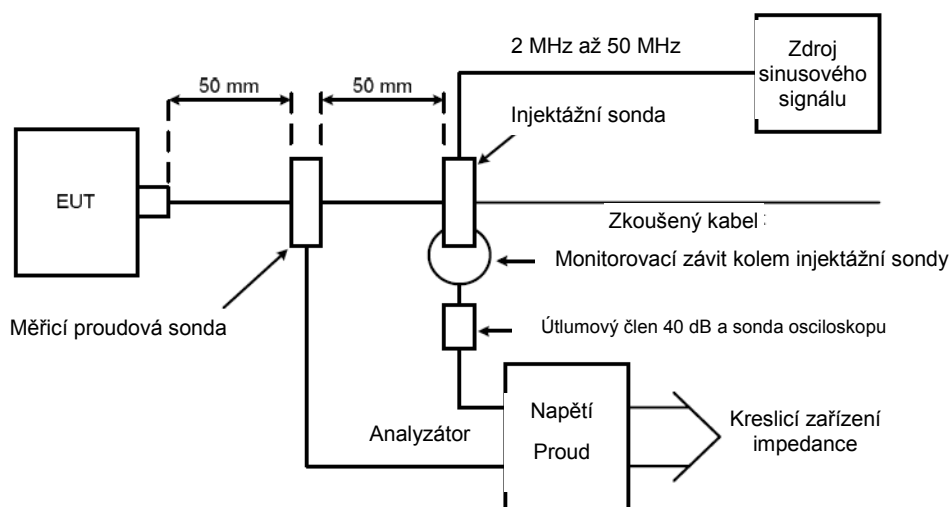
V případě digitálních systémů, kdy se impulz blesku shoduje s hodinovými impulzy nebo jinými přenosovými aktivitami, se může vyskytnout narušení přenosu. Je tedy nutno použít více impulzů aby se ověřila spolehlivost požadované chybovosti přenosu. Toto se musí uvést v TP.

Pokud se vyskytne susceptibilita, musí se snížit úroveň přechodového jevu, aby se zjistil chybový práh funkce.

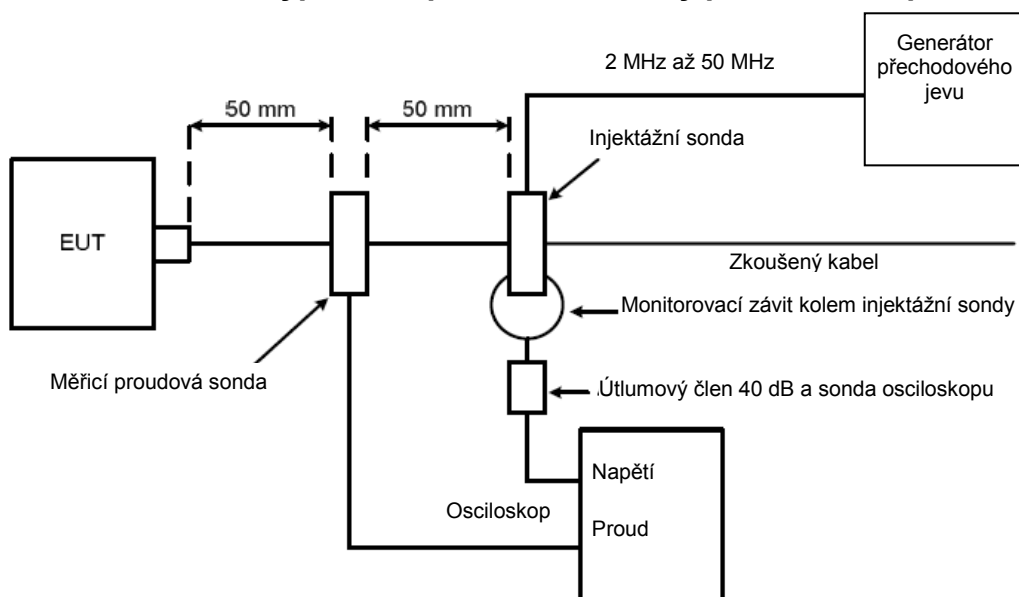
Zkušební protokol musí obsahovat podrobnosti o proudu indikovaného přechodového jevu a napětí smyčkové sondy ve vztahu ke kmitočtům zvoleným pro zkoušku. Proud v kabelovém svazku pro každý kmitočet se musí zaznamenat graficky spolu s případným výskytem chyb.



OBRÁZEK 508/4-G5 – Typické uspořádání při zkoušce



OBRÁZEK 508/4-G6 – Typické uspořádání zkoušky při měření impedance CW



OBRÁZEK 508/4-G7 – Typické uspořádání při zkoušce injektáže přechodového jevu

G.6 Zkouška injektáže zemního napětí

Viz kategorie 501, zkouška NCS10, článek 8.6.25.3.

G.6.1 Zkušební kategorie a úrovně

- Když nejsou TCL známe a modelování se neprovádělo, musí se použít zkušební úrovně definované v kategorii 501, tabulka NCS10-1.
- Tam, kde je možné zařízení a kabely zařadit do více než do jedné kategorie, se musí použít úrovně určené pro nepříznivější prostředí.

- c) Když nejsou TCL známe, ale provádělo se modelování, musí se průběhy zvolit podle kategorií zařízení uvedených v [5] a proudové meze musí odpovídat CTL plus rezerva určená podle článku 19.6.
- d) Když jsou TCL známe, musí se průběh zvolit podle kategorií zařízení uvedených v [5] a proudové meze musí odpovídat CTL plus rezerva určená podle článku 19.6.4.

G.6.2 Injektážní zkoušky

- a) Pokud jsou TCL známe, je třeba injektovat tři přechodové jevy pro každou úroveň průběhu zvoleného pro zkušební kategorii zařízení podle tabulky NCS10-1 [5]. Impulzy se musí injektovat se zvyšující se úrovní, počínajíc na 50 % úplné hrozby a zvyšující se přibližně s krokem 10 %, dokud se buď nedosáhnou meze uvedené v tabulce NCS10-1 (proud nebo napětí) nebo nedojde k poškození nebo k chybě funkce.
- b) Pokud jsou TCL známe, musí se injektovat impulzy podle požadavků kroku a) článku G.6.2 s výjimkou, kdy meze se musí doložit ETDL v článku 19.6. Pokud se pro zkoušené zařízení používá dlouhý impulz (LP) a mezní napětí se dosáhne před mezním proudem, musí se zkouška zastavit a oporučit použití vloženého průběhu s úrovněmi pro kategorii D.
- c) Pokud se nevyskytne žádné zhoršení nebo chyby funkce musí se injektovat 10 impulzů oddělených od sebe minimálně 8 s v intervalu, který nesmí překročit 120 s. Typický soubor proudových a napěťových průběhů se musí zaznamenat a uvést ve zkušebním protokolu.
- d) Pokud se vyskytne susceptibilita, musí se snížit úroveň přechodového jevu, aby se zjistil chybový práh funkce.

G.6.3 Zkoušky násobnými skupinami impulzů

Zkouška tlumenou sinusovkou definovaná v článku G.5 se musí opakovat, ale za použití průběhu a omezení amplitudy definovaných v [1]. Musí se ovšem zajistit, aby zařízení nebylo ohroženo, při vystavení násobným skupinám impulzů definovaných v [1].

ZEMNÍ PROSTŘEDÍ A ZKUŠEBNÍ METODY BLÍZKÉHO ÚDERU BLESKU

H.1 Úvod

Příloha vysvětluje odvození blízkého úderu blesku a dává základy a návod na požadavky vyhodnocení blízkého úderu blesku.

H.2 Prostředí blízkého úderu blesku

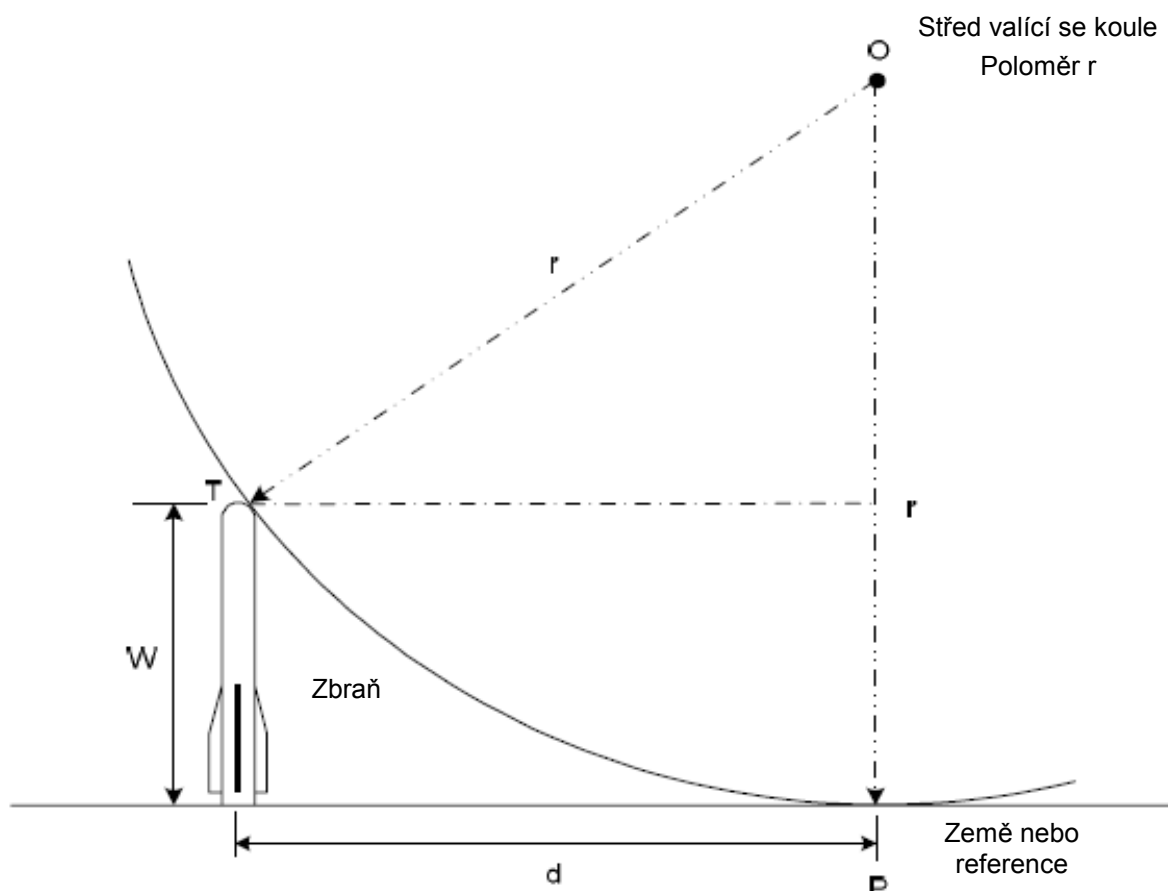
H.2.1 Potřeba prostředí

Zbraně mohou být ohroženy buď přímým, nebo blízkým úderem blesku. I když přímý úder blesku je mnohem nebezpečnější a vlivy blízkého úderu tedy nevyžadují zvláštní posouzení. Existuje zde ovšem výjimka vzhledem ke zbráním spojených se zemí, které vyžadují přežití blízkého úderu blesku do země, ale ne přímý úder. Pro posouzení blesku vzhledem ke zbrani je nutné definovat elektromagnetické prostředí blízko země v termínech magnetické a elektrické složky pole a rychlosti jejich změn v konkrétní vzdálenosti od blesku.

Tato vzdálenost bude minimální vzdálenost (R), ve které může být zbraň od blesku, aniž by došlo k přímému úderu a bude záviset na výšce a tvaru zbraně a topologii okolí. Protože topologie okolí je velmi různá, není možno ji odhadnout dopředu, jsou normalizované podmínky vytvořeny za předpokladu, že okolí je rovné bez významných výčnělků. Minimální vzdálenost R se pro bod úderu může odhadnout metodou valící se koule používané pro výpočet ochrany budov proti blesku [4]. Praxe ukazuje, že koule o poloměru 50 m je obecně reprezentativní pro scénář nejhoršího případu zemního úderu a může se tedy použít pro určení minimální vzdálenosti od místa úderu. Obrázek 508/4-H1 ukazuje základy pro výpočet metodou valící se koule a výsledné hodnoty pro kouli o poloměru 50 m jsou uvedeny v tabulce 508/4-H1.

Je třeba jasně si uvědomit, že prostředí dostatečně ploché roviny je pravděpodobně nejhorší případ prostředí, ale není zaručeno, že takto vyhodnocená zbraň nebude při použití vystavena riziku. Je to z toho důvodu, že výsledky bude významně ovlivňovat blízkost každé další zbraně, zabalení, stohování místní objekty atd. Přesnost výpočtu není tedy v tomto případě důležitá s výjimkou pevné instalace.

Předpokládá se, že metodu není možno použít pro zbraně s výškou menší než 1 m, protože nevyhnutelná nerovnost země neguje předpoklad, že země je v porovnání s výškou zbraně rovná. Pro opačný případ jsou výrazy pro výpočet magnetické a elektrické složky pole v okolí zbraně uvedeny v tabulce 254-5 [1] a nejsou platné pro R menší než 10 m, což odpovídá zbrani o výšce 1 m. Pro zbraně jejichž výška je menší než 1 m se musí R brát jako 10 m. Tato hodnota se obecně musí brát jako výchozí hodnota pro předběžné posouzení.



OBRÁZEK 508/4-H1 – Valící se koule pro určení minimální vzdálenosti mezi bleskem a zbraní, kdy nedojde k připojení

TABULKA 508/4-H1 – Hodnoty minimální vzdálenosti d pro různé výšky zbraně

Výška zbraně (m)	1	2	3	4	5	10
Maximální vzdálenost d (m)	9,9	14,0	17,0	19,6	21,8	30,0
Kruhová hodnota d (m)	10	14	17	20	22	30

H.3 Výpočet magnetické a elektrické složky pole

H.3.1 Magnetické pole

Doporučená metoda pro určení magnetické a elektrické složky pole v minimální vzdálenosti R (m) od blesku se popisuje zde a výsledky byly zapracovány do prostředí specifikovaného v [1]. Předpokládá se, že magnetické pole se vyvolá tokem proudu zpětného úderu blesku ve vertikálním kanálu blesku tak, že magnetické pole je ve své podstatě horizontální. Podle Ampérova zákona platí:

$$\text{Magnetické_pole_H} = \frac{\text{proud}}{2\pi \cdot \text{vzdálenost}} \left[\frac{A}{m} \right]$$

Získá se rozdíl rychlosti změny magnetického pole.

H.3.2 Elektrické pole

Maximální elektrické pole na zemi je v podstatě vertikální a vyskytuje se pouze před zpětným proudovým impulzem, v okamžiku, kdy sestupující prvotní úder blesku potká odpovídající svazek od země pro dokončení cesty, kterou poteče zpětný proud blesku. Předpokládá se, že ke spojení dojde typicky ve výšce 50 m a dále se předpokládá, že první úder blesku nese náboj 10^{-3} C/m a šíří se rychlostí 10^8 m/s. Je zřejmé, že při absenci svazků bude prvotní úder ve výšce 50 m produkovat na úplně rovné zemi přímo pod ním pole o intenzitě $0,36 \cdot 10^8$ V/m.

I když tato hodnota se v definici prostředí nepoužívá, protože se předpokládá, že část procesu se spotřebuje na inicializaci svazků. Místní pole se zvětší o malý příspěvek země (protože země není nikdy dokonale rovná) dokud se nedosáhne hodnoty $3,0 \cdot 10^8$ V/m, což je hodnota průrazu vzduchu v úrovni země. Odpovídající hodnota rychlosti změny pole se určila za předpokladu, že toto pole se zhroutí v čase, který se odvíjí od odpovídajícího svazku, který potká první úder a dojde ke spojení a jeho hodnota je 0,5 ms pro výšku 50 m. Z těchto údajů vyplývá, že rychlost změny bezprostředně po prvním úderu je $6 \cdot 10^{12}$ V/m/s. Intenzita elektrického pole a rychlost jeho změny se snižují s horizontální vzdáleností od bodu úderu podle tabulky 254-5 [1].

Za předpokladu, že výška spojení je 50 m a maximální rychlost změny je 10^{11} A/s, je prostředí v horizontální vzdálenosti R od bleskového kanálu, kde R není menší než 10 m uvedeno v tabulce 254-5 [1].

H.4 Posouzení blízkých účinků

H.4.1 Požadované posouzení

Pokud se požaduje posouzení vlivů blízkého úderu blesku na zbraň, musí se splnit odpovídající požadavky, které musí obsahovat posouzení přechodových jevů blesku a posouzení nebezpečí výbuchu. Pokud se posouzení provádí později, může se provádět stejně jako posouzení přímého úderu s tím rozdílem, že externí prostředí se definuje ve veličinách narážejícího pole místo toku proudu zbraní. Pro výpočet pronikajícího pole se používají obvyklé metody, které určí vnitřní prostředí a tedy i indukované přechodové jevy. Pokud LHDA indikuje, že indukované přechodové jevy jsou dostatečně nízko pod povolenou úrovní, pak není obecně nutné pokračovat v další analýze nebo zkouškách blízkého úderu blesku. Pokud ovšem na druhé straně, takové předběžné hodnocení předpovídá vysoké úrovně přechodových jevů, nebo bylo nepřesvědčivé, musí se provést další ověření.

H.4.2 Potřeba zkoušek

Stejně jako v případě přímého úderu, se musí potřeba zkoušek a jejich podrobnosti odvíjet od posouzení přechodových jevů a nebezpečí výbuchu. Pokud jsou zkoušky nutné, musí se provádět samostatně pro vybuzení složkou H a složkou E.

H.5 Zkoušky magnetickou složkou pole

Při těchto zkouškách se zbraň vystaví magnetickému poli požadovaného tvaru. V principu musí budící proud procházet vertikálním vodičem, který představuje bleskový kanál, umístěný v odpovídající vzdálenosti. Toto není proveditelné, protože je obtížná simulace skutečného toku proudu. (Při úderu blesku do země se proud

rozprostírá v zemi radiálně, ale při zkoušce se bude vracet do impulzního generátoru a tím pádem se mění rozložení magnetického pole v okolí zbraně). Hodnoty v tabulce 508/4-H1 se tedy použijí v případě, že je zbraň namontována na nevodivé platformě a umístěna v bodu M mezi dvěma kruhovými vodivými smyčkami Helmholtzových cívek o průměru D, kde se axiální vzdálenost mezi smyčkami rovná D/2. Při tomto uspořádání se magnetické pole, které se vytvoří průtokem proudu smyčkami (při absenci zbraně), nemění významně s umístěním podél osy v okolí strany M. Smyčky jsou spojeny v sérii, takže jimi protéká stejný proud i a průměr se musí zvolit tak, aby se mohla zbraň umístit mezi smyčkami. Magnetické pole v místě M má směr osy a jeho velikost je

$$H = 1,43 \cdot i / D \quad (\text{A/m})$$

Ve srovnání s polem, které se vytvoří průtokem proudu ve vertikálním kanálu umístěným v horizontální vzdálenosti R je vidět, že pro vytvoření stejné intenzity pole průtokem proudu ve smyčkách, je třeba hodnotu proudu, který prochází kanálem násobit činitelem $0,11 \cdot D/R$.

Smyčky se napájí vhodným generátorem přechodových jevů. Systém zpětných vodičů do generátoru se musí navrhnout s ohledem na minimalizaci jejich indukčnosti a vytvoření bludných polí, která mohou zkreslit magnetické pole použité pro zbraň umístěnou uvnitř Helmholtzových cívek.

H.6 Zkoušky elektrickou složkou pole

Vnitřní přechodové jevy způsobené externím elektrickým polem nejsou pravděpodobně tak významné jako ty, které jsou způsobeny magnetickým polem. Je to způsobeno tím, že kovový kryt poskytuje dostatečnou ochranu. Dokonce i materiál, jako např. CFC, který má malou stínící účinnost proti magnetickému poli, poskytuje odpovídající stínění pro elektrické pole a elektrické pole do zbraně proniká hlavně otvory nebo plochami, které jsou nevodivé jako je např. kompozitní materiál ze skelných vláken. LHDA tedy může ukázat, že jsou potřebné pouze zkoušky magnetickým polem, ale tato potřeba se musí prokázat.

Vysoké úrovně elektrického pole mohou na ostrých hranách, tvarech a výstupcích vytvářet korónu, která způsobuje rušení v oblasti rádiových kmitočtů (RF). Tyto vlivy závisí na intenzitě pole, ale většina vlivů hlavně závisí na rychlosti změny pole. [1] stanovuje, že prostředí v bodě zemního úderu se těsně před úderem vytvoří vertikální elektrické pole $3 \cdot 10^6$ V/m s rychlostí změny $6 \cdot 10^{12}$ V/m/s.

Z tabulky 254-5 [1] je možno určit hodnotu E při vzdálenosti R mezi 10 a 20 m, která spadá do intervalu $2,94$ a $2,79 \cdot 10^6$ V/m a pro praktické účely se používá hodnota $3 \cdot 10^6$ V/m. Vytvoření takového pole kolem zkoušeného objektu bez blesku může být problém, pokud to není přímo nemožné, kromě toho je nutný generátor velmi vysokého napětí. Z tohoto důvodu jsou zkoušky elektrickým polem nepraktické. Jak již bylo uvedeno výše, nejsou skutečně nutné, kromě výskytu vlivů, které jsou důsledkem vytvoření koróny a které mají druhotnou důležitost. Z tohoto důvodu se zde specifikuje pouze buzení dE/dt.

Obrázek 508/4-H3 ukazuje uspořádání, které vytváří změnu přibližně $6 \cdot 10^{12}$ V/m/s ve zkoušeném objektu 4 m od HV elektrody. Skutečná hodnota dE/dt, která se může vytvořit, závisí na geometrii zkoušeného objektu a napětí, při kterém jsou kalibrační koule nastaveny pro přeskok spolu s vrcholovým napětím dostupným z generátoru.

Příloha H

Obvykle se používá generátor 2 MV, který může dosáhnout vrcholové hodnoty 2,5 MV, ale pokud se použije jiný generátor, musí se nastavit menší mezera, přeskok trvá přibližně 0,1 μ s.

H.7 Zkušební požadavky pro vyhodnocení blízkého výboje

H.7.1 Úvod

Tento článek definuje požadavky, které se musí splnit, pokud LHDA požaduje provedení zkoušek nepřímých vlivů blízkého výboje blesku na zbraň umístěnou na zemi.

H.7.2 Zkoušky magnetickým a elektrickým polem

Zkoušky vybuzení se musí provádět zvlášť pro magnetické a zvlášť pro elektrické pole jak se popisuje v článku H.7.3 a H.7.4. Zkoušky se musí odsouhlasit národní autoritou a musí být součástí zkoušek částí systému nebo úplného systému, jak je naznačeno v člancích H.7.3.1 a H.7.4.1. Pokud národní autorita požaduje podrobnější vyšetřování úrovní přechodových jevů uvnitř munice, pak se musí provést zkoušky uvedené v člancích H.7.3.3 a H.7.4.3.

H.7.2.1 Simulované prostředí

Prostředí pro zkoušky musí představovat horizontální magnetické pole a dE/dt spojené s vertikálním elektrostatickým polem E , které se může vytvořit ve zbraní vlivem úderu do země ve vzdálenosti R . R je minimální vzdálenost, při které nedojde k přímému úderu do zbraně. Hodnoty H a E jsou ve veličinách R uvedeny v [1]. R se musí určit metodou uvedenou v článku H.7.5, kde se také definuje průběh použitý při zkouškách. Je třeba si uvědomit, že pro malé zbraně, jako jsou granáty, miny atd. R 10 m.

H.7.3 Zkoušky magnetickým polem

H.7.3.1 Zkušební uspořádání

Zbraň se musí namontovat na nevodivou platformu a umístit do středu M mezi dvě kruhové koaxiální vodivé smyčky o průměru D (m), kdy vzdálenost mezi smyčkami je $D/2$, jak je uvedeno na obrázku 508/4-H2. Průměr smyček musí být takový, aby byla zajištěna vhodná mezera mezi zbraní a smyčkami. Smyčky se musí zapojit do série a napájet zkušebním průběhem proudu definovaným v článku H.7.5. Aby nedošlo k problémům při návrhu generátoru je největší průměr smyček omezen na 4 m.

H.7.3.2 Zkoušky úplného a částečného systému

Musí se provést zkoušky aktivních částí úplného systému a ostatních částí systému tak, jak se požaduje v tabulce 254-5 [1], s tou výjimkou, že průběh zkušebního proudu musí odpovídat průběhu uvedenému v článku H.7.5.1 a zkušební uspořádání musí odpovídat článku H.7.3.1.

H.7.3.3 Zkoušky posouzení přechodových jevů

Pokud jsou nutné zkoušky pro posouzení přechodových jevů, musí se provádět podle požadavků uvedených v tabulce 254-5 [1] s tou výjimkou, že úrovně vybuzení musí být podle článku H.7.5.1 a zkušební uspořádání takové, jak je uvedeno v článku A.1 přílohy A této části.

H.7.4 Zkoušky elektrickým polem

H.7.4.1 Zkušební uspořádání

Zbraň se musí uspořádat tak, jak je uvedeno na obrázku 508/4-H3. Ke zkušební elektrodě se musí přivést průběh, který je definován v článku H.7.5.2.

H.7.4.2 Zkoušky úplného systému a jeho částí

Musí se provést zkoušky aktivních částí úplného systému a ostatních částí systému tak, jak se požaduje v tabulce 254-5 [1], s tou výjimkou, že průběh zkušebního proudu musí odpovídat průběhu uvedenému v článku H.7.5.2 a zkušební uspořádání musí odpovídat článku H.7.4.1.

H.7.4.3 Zkoušky posouzení přechodových jevů

Pokud jsou nutné zkoušky pro posouzení přechodových jevů, musí se provádět podle požadavků uvedených v tabulce 254-5 [1] s tou výjimkou, že úrovně vybuzení musí být podle článku H.7.5.2 a zkušební uspořádání takové, jak je uvedeno v článku H.7.4.1.

Vnitřní přechodové jevy způsobené externím elektrickým polem nejsou tolik významné jako ty, způsobené externím magnetickým polem, jak se uvádí v této části.

H.7.5 Určení zkušebních průběhů

H.7.5.1 Simulace H pole

Parametry H pole, které se musí simulovat a které se vytvoří v důsledku úderu blesku do země s parametry úplné hrozby, jsou uvedeny v tabulce 254-5 [1] ve vzdálenosti R od zbraně. Parametry H v okolí zbraně jsou uvedeny ve veličinách R vztahy uvedenými v [1].

R se musí určit metodou valící se koule popsanou v této části, při které se imaginární koule o poloměru 50 m koulí po ploché rovině, dokud se nedotkne zbraně. Vzdálenost d od strany zbraně promítnuté od středu koule na rovinu je vzdálenost R. Tento postup se musí opakovat pro všechny orientace a uspořádání (vertikální/ploché) zbraně. Nejmenší dosažená hodnota d se označí jako R, pokud není R menší než 10 m. V takovém případě R = 10 m.

Pokud se R určí jako 10 m, předpokládá se, že je to nejmenší rozměr pro posouzení všech možných vstupních bodů pro pozemní a letecké aplikace. Při posuzování zbraní nesených letadlem se provádí stejný proces se zbraní připevněnou všemi možnými způsoby k závěsu nebo umístění a pak valením podél každého povrchu letadla se započtením zbraně připevněné k letadlu pro posouzení všech možných připojovacích bodů.

Pokud je zbraň symetrická pak je možno vypočítat d ze vztahu:

$$d = [w(100 - w)]^{1/2}$$

kde

w = vzdálenost od vrcholu zbraně k zemi nebo referenční rovině, když se předpokládá posouzení za podmínek letu při určité orientaci.

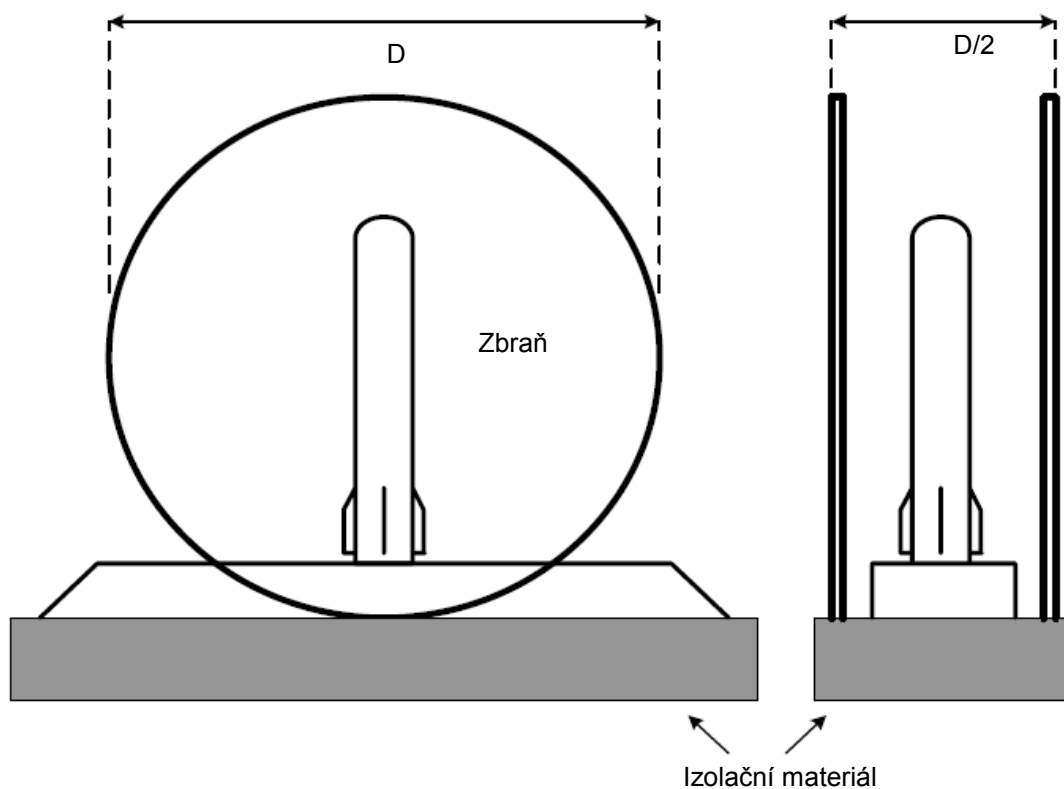
Správné hodnoty parametrů H se získají násobením parametrů průběhu A_{2s} činitelem 0,11·D/R.

H.7.5.2 Simulace pole E

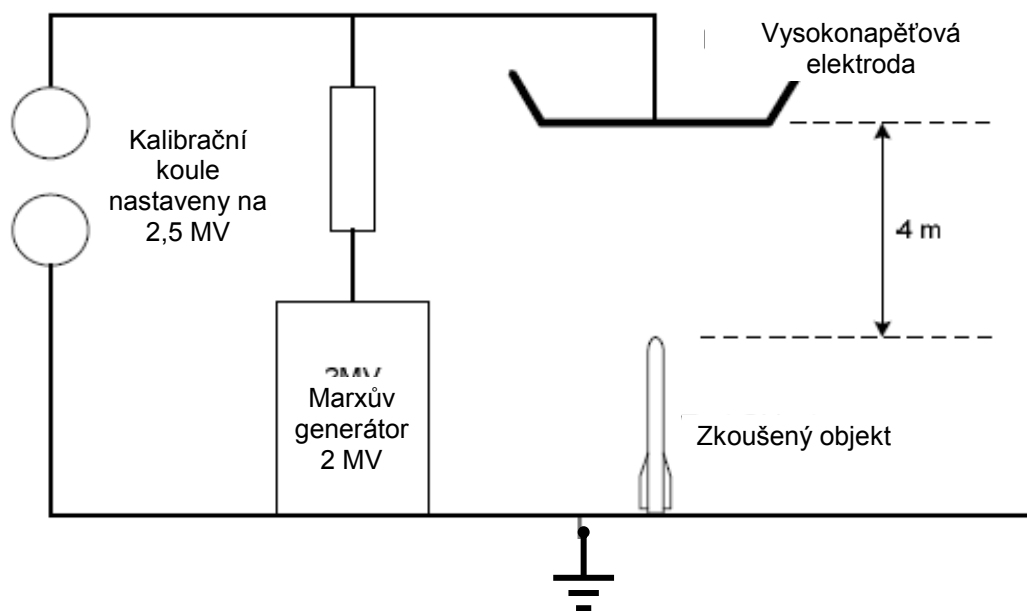
Jak již bylo uvedeno, je praktické simulovat pouze dE/dt a není možné simulovat E pole. Tabulka 254-6 v [1] udává hodnoty dE/dt s veličinou R následovně:

$$\frac{6 \cdot 10^{12}}{\left[1 + \left(\frac{R}{50}\right)^2\right]^{1/2}}$$

Pro praktické účely se dE/dt bere jako $6 \cdot 10^{12}$ V/m/s. Pro hodnoty R mezi 10 m a 20 m dE/dt spadá mezi $5,88$ a $5,58 \cdot 10^{12}$ V/m/s. Jak je uvedeno v této části, je pro dosažení této hodnoty důležité uspořádání, které je uvedeno na obrázku 508/4-H3.



OBRÁZEK 508/4-H2 – Zkušební uspořádání pro zkoušku magnetickým polem



OBRÁZEK 508/4-H3 – Zkušební uspořádání pro zkoušky elektrickým polem

20 KATEGORIE 508 ČÁST 5 – ZKUŠEBNÍ POSTUPY JADERNÉHO ELEKTROMAGNETICKÉHO IMPULZU PRO MUNICI, KTERÁ OBSAHUJE ELEKTRICKY ROZNĚCOVATELNÉ ZAŘÍZENÍ

20.1 Související dokumenty

20.1.1 Normativní

- [1] AECTP-256 NUCLEAR ELECTROMAGNETIC PULSE
Jaderný elektromagnetický impulz (NEMP/EMP).
- [2] AEP-18 THE NATO USERS GUIDE TO EMP TESTING AND SIMULATION
Uživatelská příručka pro postupy a způsoby testování elektromagnetického impulsu
- [3] AECTP-501 EQUIPMENT & SUB SYSTEM EMI TESTING
Zkoušky zařízení a podsystémů

20.1.2 Informativní

- AOP-15 GUIDANCE ON THE ASSESSMENT OF THE SAFETY AND SUITABILITY FOR SERVICE ON NON-NUCLEAR MUNITIONS FOR NATO ARMED FORCES
Směrnice pro hodnocení bezpečnosti a použitelnosti nejaderné munice pro ozbrojené síly NATO
- AOP 38 SPECIALIST GLOSSARY OF TERMS AND DEFINITIONS ON AMMUNITION SAFETY
Specializovaný slovník termínů a definic pro oblast bezpečnosti munice
- STANAG 4145 NUCLEAR SURVIVABILITY CRITERIA FOR ARMED FORCES MATERIEL AND INSTALATIONS – AEP-4
Kritéria odolnosti vojenského materiálu a zařízení vůči účinkům jaderného výbuchu – AEP-4
- STANAG 4238 MUNITION DESIGN PRINCIPLES, ELECTRICAL/ ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTS
Principy konstrukce munice, vlivy elektrického a elektromagnetického prostředí

20.2 Zkratky

Zkratka	Název v originálu	Český název
BCI	Bulk Current Injection	injektáž proudu do kabelového svazku
BCM	Bulk Current Monitoring	monitorování proudů v kabelovém svazku
CMV	Common Mode Voltage	napětí v nesymetrickém režimu

Zkratka	Název v originálu	Český název
DC	Direct Current	stejnoseměrný proud
EID	Electrically-Initiated Device	elektricky rozněcovatelné zařízení
ERM	Electrically Representative Material	elektricky reprezentativní materiál
NFT	No Fire Threshold	prahová hodnota, při které nedojde k roznětu
NEMP	Nuclear Electromagnetic Pulse	jaderný elektromagnetický impulz
PTC	Pin-To-Case	zkušební režim kontakt-kryt
PTP	Pin-To-Pin	zkušební režim kontakt-kontakt

20.3 Cíl

Cílem této části je definovat normální zkušební postupy, které se mohou použít pro určení bezpečnosti a vhodnosti použití munice, která obsahuje elektricky rozněcovatelné zařízení (EID) a připojených elektrických/elektronických podsystémů v prostředí jaderného elektromagnetického impulzu (NEMP) specifikovaného v AECTP-256 [1] pro síly NATO.

20.4 Použitelnost a požadavky

20.4.1 Použitelnost

Potenciální hrozbou pro munici nebo zbraňové systémy, které obsahují elektricky rozněcovatelná zařízení (EID) a elektrické/elektronické součástky v podsystémech spojených s provozem takových zařízení jsou elektromagnetické impulzy ve velké výšce (exosférické) a v malé výšce (endosférické). Výsledkem může být zhoršení parametrů, poškození nebo nezamýšlené funkce takových zařízení a součástí, které jsou důležité z hlediska bezpečnosti nebo provozu.

Tato část zahrnuje zkoušky NEMP, které se používají pro určení, zda EID a/nebo elektronické systémy umístěné v munici nebo připojených systémech zůstanou bezpečné nebo použitelné po vystavení prostředí jaderného elektromagnetického impulzu, definovaného v [1].

Použití následujících požadavků musí být v souladu s národní strategií doporučenou národním schvalovacím orgánem.

20.4.2 Požadavky

Munice musí v průběhu celého životního cyklu zůstat bezpečná po vystavení okolnímu prostředí, které se vytvoří v průběhu jaderného impulzu (NEMP), jak je uvedeno v AECTP 256 [1]. Ověření se musí provést v souladu s AECTP 508/5.

Munice musí v průběhu celého životního cyklu zůstat funkční po vystavení okolnímu prostředí, které se vytvoří v průběhu jaderného impulzu (NEMP), jak je uvedeno v AECTP 256 [1]. Ověření se musí provést v souladu s AECTP 508/5.

20.5 Zkoušky

20.5.1 Úvod

Obecně se nejvíc susceptibilní uspořádání z hlediska hrozby NEMP vytváří v průběhu přípravy k odpálení. V této fázi vytvářejí externí kabely vedoucí do munice antény, které jsou schopné interakce s impulzním elektromagnetickým polem. Další susceptibilní uspořádání je v průběhu letu střely, kdy jsou všechny elektronické podsystémy aktivní a elektricky rozněcovatelné zařízení je připojeno k odpalovacím obvodům. Navíc se zvyšuje možnost maximalizace vazby střely s prostředím NEMP, která je způsobená efektivní délkou střely, která se zvětšuje elektricky vodivými zplodinami z motoru.

Analýza musí určit stupeň požadované odolnosti munice v každé fázi životního cyklu (např. pro některé systémy se mohou akceptovat uživatelské požadavky zachování bezpečnosti a ztráty některých provozních funkcí). V některých případech se může požadovat zachování bezpečnosti za všech podmínek, ale poškození se může akceptovat pro krátkou dobu, při napájení.

Simulátory jsou určeny pro generování zkušebního NEMP prostředí. Každý NEMP simulátor má konkrétní intenzitu a nevýhody, které závisí na zkušebních podmínkách a zkoušeném zbraňovém systému. Při volbě NEMP simulátoru jsou nutné některé znalosti o zkoušeném systému a vlivech, které se budou ověřovat. Kompromisy simulátoru jsou téměř vždy největší pro endosférický elektromagnetický impulz. Zkoušky samy se budou pravděpodobně používat pro určení bezpečnosti a použitelnosti munice.

20.5.2 Zkušební požadavky

20.5.2.1 Požadavky posouzení

Posuzování bezpečnosti a použitelnosti susceptibility munice a/nebo připojených systémů na NEMP se musí provádět pro určení, zda jsou potřebné zkoušky. Omezený návod k provádění takového posuzování je uveden v AEP-18 [2]. V případě, že analýza ukazuje, že munice a připojené systémy nejsou susceptibilní na hrozbu NEMP, se mohou zkoušky po schválení národní autoritou odmítnout.

Tam, kde analýza demonstruje potenciální susceptibilitu na NEMP, se musí provést analýza vazebních mechanismů pro všechna možná uspořádání a stavy zbraně v průběhu jejího životního cyklu. Musí se určit nejvýznamnější orientace a rozložení zbraně pro skutečné případy v simulovaném poli. Navíc se musí provést analýza vazebních mechanismů v režimu odpálení kontakt-kontakt (PTP) a kontakt-kryt (PTC), včetně předpokládané elektrické sestavy nebo situace, kdy je EID uvnitř zbraně (EID s/bez kovového krytu, uzemněný/neuzemněný kryt).

Analýza se musí pokusit najít vztah mezi úrovněmi simulovaného namáhání zařízení a součástek a úrovněmi, které se vyskytují při skutečné hrozbě. Úroveň namáhání, které mohou způsobit ztrátu funkce, poškození nebo nepředvídatelné chování nebezpečné povahy se musí indikovat, zvláště v případě použití EID, ve veličinách jako jsou práh neodpálení nebo úroveň sepnutí elektronického zařízení. V průběhu kvalifikace podsystémů, zařízení a součástek je třeba uvažovat všechny vhodné zkoušky. Analýza může obsahovat předpoklady pro měření vztahu externích polí

a/nebo povrchových proudů a proudů v kabelech; taková měření se musí provádět při úplném ohrožení nebo částečné hrozbě za použití impulzních nebo CW signálů.

20.5.2.2 Zkušební požadavky

Tam, kde se požadují zkoušky, musí se tyto provádět při všech možných uspořádáních systému a polarizacích pole pro nalezení pravděpodobně nejhoršího případu, který se může vyskytnout v průběhu životního cyklu munice nebo zbraňového systému.

Musí se provést analýza životního cyklu munice nebo zbraňového systému, pro určení možných uspořádání zkoušené položky při expozici; může se ukázat, že je nutno provádět zkoušky více než při jednom uspořádání. Při zkouškách se musí použít všechna ochranná opatření včetně krytek, krytů, konektorů a/nebo zkratovacích/kostřicích zařízení, která se používají v jednotlivých fázích životního cyklu.

V případě zkoušených položek se musí jednat o plně sestavené výrobky s funkčním nebo s vybaveným EID. V případě, že se vyžadují připojené elektrické/elektronické podsystémy, musí být tyto plně funkční. Všechn ostatní výbušný materiál se musí odstranit. Pokud se zjistí, že přítomnost tohoto materiálu má vliv na stupeň vazby posuzovaných součástí, musí se nahradit ERM. Stupeň souhlasnosti mezi skutečným materiálem a elektricky reprezentativním materiálem (ERM) se musí odsouhlasit posuzovatelem a sponzorem/manažérem projektu. Zkoušená položka se může vystavit simulovanému poli jednak v režimu napájení a jednak bez napájení. V případě, že napájecí zdroj není integrální součástí systému, musí se provést opatření pro jeho ochranu před vlivy NEMP.

Zkoušená položka musí reprezentovat konečné výrobní uspořádání, sestavu, kabeláž, konektory a instalaci.

20.5.2.3 Zkušební zařízení

Je nutné zajistit, aby se úroveň pole ve zkušebním prostoru, kde je umístěno konkrétní uspořádání zkoušeného zařízení, významně neměnila (více než o 6 dB).

Veškerý materiál umístěný ve vyzařovaném poli „zatěžuje“ prostředí. V některých simulátorech je nutné zajistit, aby se pole po přenosu přeměnilo, např. velkým kontejnerem nebo nádrží, ještě před tím, než dosáhne zakončovacího vedení. V ohraničených vlnových simulátorech se musí zajistit, že systém nezkratuje pole tak, že nedojde k přeskočení mezi horním povrchem vedení a zařízením.

Pokud je nutné, aby munice nebo zbraňový systém měl vybavení pro měření indukovaných proudů a/nebo napětí v kritických místech obvodů (jak bylo určeno analýzou v článku 20.5.2.1) musí se použít následující měřicí systémy:

- a) Měřicí systém pro elektroniku spojenou s EID podle AECTP-501 [3].
- b) Měřicí systém pro EID, který monitoruje PTP a kde je nutno zjistit PTC indukovaný proud nebo energii. Systém přenosu dat mezi vybavenými zařízeními a záznamovým zařízením nesmí zkreslit použité zkušební pole na nepřijatelnou úroveň, indukci rušivých signálů do EID nebo změnit údaje. Toto se většinou řeší použitím optických vláken a kabelové nebo

mikrovlnné telemetrie pro přenos dat mezi zkoušeným EID a záznamovým zařízením umístěným v dostatečné vzdálenosti.

Alternativně se mohou údaje přenášet velmi dobře stíněnými koaxiálními kabely, které se připojují ke konektorům na povrchu zbraně. Kabely se musí umístit kolmo k poli E a obložit RF absorpčním materiálem, aby se minimalizovaly elektromagnetické vazby. Pro ujištění, že nedochází k chybám vlivem vybavení, se musí provádět ověřovací zkoušky.

Pokud se používají aktivní EID (viz specifické zkušební postupy), musí se provést měření odporu před i po zkoušce spolehlivým ohmmetrem. Měření poskytuje prvotní indikaci významných změn, které byly způsobeny jinými zkouškami, ale nemají destruktivní charakter a používají se k ověření jejich stavu po zkouškách, konkrétně v případě, kdy je podezření na nesprávnou funkci.

20.5.2.4 Chybová kritéria

- a) V případě že se po expozici pasivní (bez napájení) nebo částečně/plně aktivní (napájené) munice nebo zbraně impulzem NEMP požaduje pouze bezpečnost, ale ne funkčnost, musí se splnit následující podmínky:
- 1) U munice, ve které se EID udržují v nebojovém stavu, tj. mimo provoz, se nepovažuje za chybu roznět nebo vyřazení EID z provozu.
 - 2) U munice, která se udržuje v bojovém stavu a tedy, pokud dojde k roznětu v aktivní munici, který způsobí její nepřijatelnou iniciaci, se roznět nebo takové poškození EID, které způsobí dostatečné fyzické změny, považuje za chybu (reakce jsou uvedené v článku 20.5.4.3.1.1).
 - 3) V případě, že se po expozici u pasivní nebo částečně aktivní munice nebo zbraňového systému požaduje bezpečnost a schopnost provozu, se změny odporu, zhoršení nebo jiného fyzického poškození EID nebo připojeného elektronického podsystému mohou považovat za chybu, ledaže by další ověření nebo zkoušky ukázaly, že zhoršení je přijatelné a nebude mít vliv na bezpečnost nebo následnou funkci munice.
 - 4) V případě, že se po expozici NEMP plně aktivní (napájená) munice požaduje bezpečnost a schopnost provádět bojové operace, nesmí zhoršení nepřijatelným způsobem ovlivnit bezpečnost nebo funkci během použití. Případ, kdy by zhoršení mohlo způsobit nebezpečí nebo významné změny provozu se považuje za chybu. Dočasná ztráta funkčnosti některých systémů může být přijatelná.

20.5.2.5 Bezpečnostní rezerva

Musí se dokázat, že mezi úrovněmi namáhání, které mohou způsobit narušení, poškození nebo nezamýšlené události bezpečnostní povahy (konkrétně jako hodnota při které nedojde k odpálení nebo úroveň, při které dojde k sepnutí elektronického zařízení) a úrovněmi namáhání, které se pravděpodobně vyskytnou v prostředí NEMP specifikovaného v [1], existuje bezpečnostní rezerva.

Bezpečnostní rezerva se musí odsouhlasit národní autoritou a používá se pro vybavené systémy, protože ty se musí vztahovat k hodnotě, při které nedojde k odpálení EID nebo úrovni při které dojde k rušení elektronických zařízení.

20.5.3 Zkušební plán

Zkušební plán se musí připravit pro každou munici nebo zbraňový/připojený systém, na kterém se provádí zkoušky. Zkušební plán musí obsahovat, ale nejen, následující informace:

- a) Popis munice nebo zbraňového systému a připojených systémů a zkušební uspořádání munice a okolních systémů, např. balení, obrněný/neobrněný, nabitý/nenabitý a jeho polohu vůči elektrickému (E) a magnetickému (H) poli spojených s NEMP.
- b) Popis zkušebního zařízení včetně vybavení a charakteristik simulátoru, techniky pro měření prostředí a kalibračních postupů.
- c) Bezpečnostní opatření pro ochranu osob a zařízení před funkcí EID během zkoušky.

Zkušební plán vyžaduje následující předzkušební údaje a informace:

- a) Posloupnost zkušebních uspořádání a funkční režimy, které se budou vyšetřovat.
- b) Zkušební úrovně a průběhy generované simulátorem spojeným s každým výše uvedeným uspořádáním / provozním režimem.
- c) Potřeba vybavení citlivých zařízení a součástí a volba typu použitého vybavení, zda se konkrétně jedná o výbušné citlivé zařízení, které může reagovat na jednotlivé vstupní impulzy.
- d) Potřeba dalších monitorovacích zařízení např. proudových sond a jejich umístění při jednotlivých uspořádáních.
- e) Počet munice a připojených podsystémů, který se bude zkoušet při každém uspořádání/režimu a zda se budou položky jako EID mezi následnými elektromagnetickými impulzy měnit.
- f) Požadované bezpečnostní meze EID.
- g) Chybová kritéria susceptibility, úrovně, tolerance pro všechny odpovídající podsystémy nebo doby potřebné pro opravu (pokud jsou povoleny destruktivní chyby).

Mohou se také vyžadovat následující údaje/informace, které se musí při nebo po zkoušce zaznamenat

- a) Měřené úrovně, průběhy a kmitočtová spektra simulovaných NEMP pro každou zkoušku.
- b) Naměřené reakce EID nebo citlivých součástí / elektronických podsystémů.
- c) Další související informace jako je indukovaný proud, okolní podmínky atd.

- d) Všechny zkušební citlivé součástky nebo elektronické obvody vyrobené pro určení změn parametrů nebo mechanismu poškození po vystavení simulovanému NEMP.

Počet zkoušek, který se bude provádět na munici nebo zbraňovém systému závisí na počtu N_c různých elektrických a geometrických uspořádáních a adresaci vlivů, jmenovitě:

- a) Vlivy na EID (v režimu PTP a PTC).
 b) Vlivy na připojené elektronické systémy.
 c) Počet zkoušek také závisí na tom, zda munice obsahuje EID, snímače nebo vybavené EID.
 d) Návod jak zvolit požadovaný počet EID a zkušebních impulzů je uveden v tabulce 508/5-1, která pro každý postup udává:
- (1) Počet N_e EID.
 - (2) Minimální počet impulzů N_p pro každou zkušební posloupnost dané úrovně ohrožení.
 - (3) Minimální počet úrovní ohrožení N_l , který se musí použít pro započítání nelineární oblasti.
 - (4) Počet impulzů zkoušek NEMP tedy závisí na N_e , N_p , N_l a N_c .

TABULKA 508/5-1 – Počet impulzů použitých pro zkoušku NEMP

Zkušební postup	Počet EID (N_e)	Minimální počet impulzů pro každou zkušební posloupnost (N_p)	Minimální počet úrovní ohrožení (N_l)	Poznámky
A1	1	5	3	-
A2	5	10	2	1
B	8	15	2	-
C	1	3	2	2
D1	-	5	2	3
D2	5	10	2	1
E	1	-	-	4

POZNÁMKY

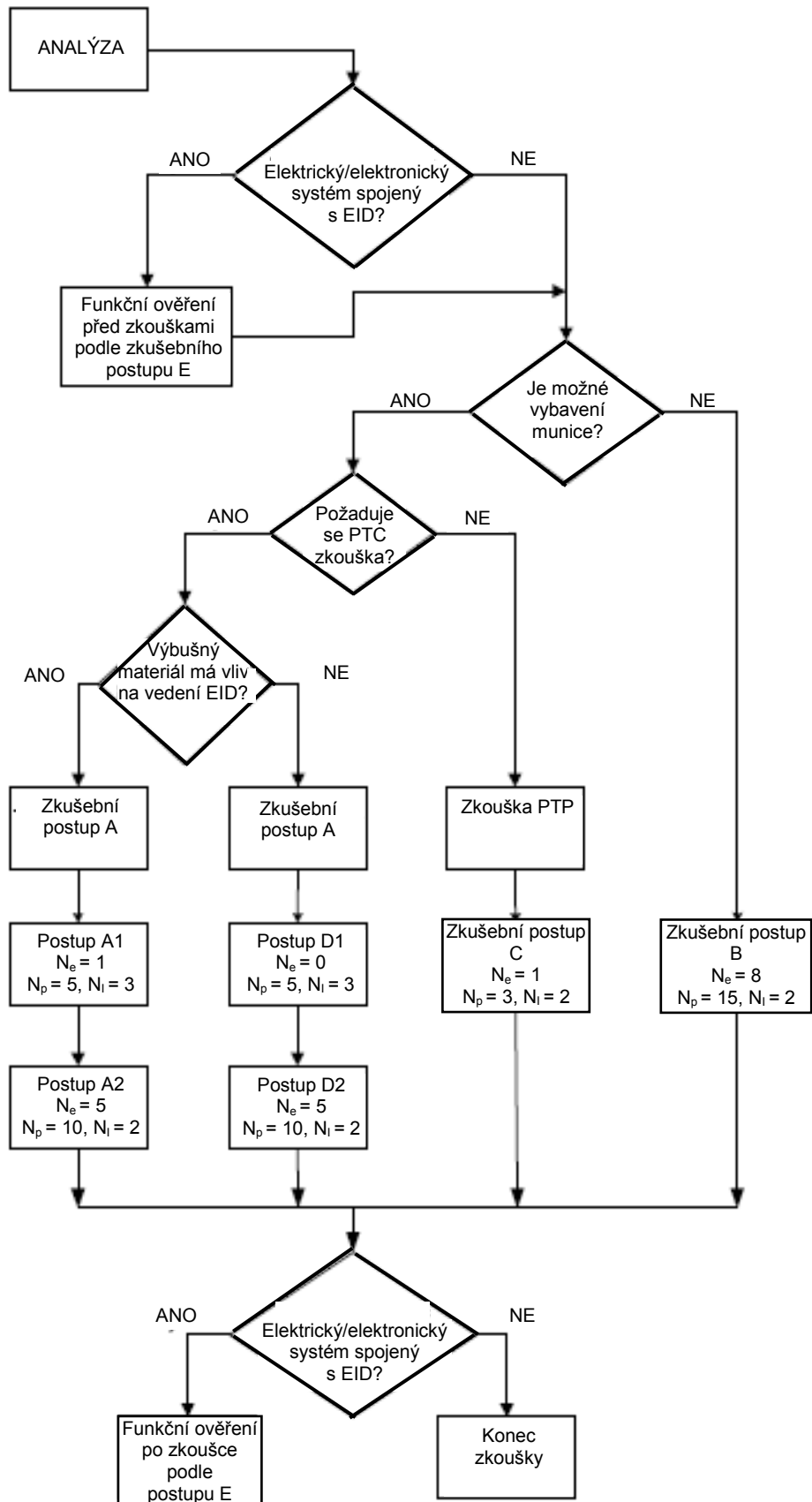
- 1 Počet EID závisí na výsledku zkoušek. Pro reakce typu a) a b) se požaduje 5 nebo násobek 5 EID. Pokud se při měření odporu zjistí významné změny po samostatném impulzu, pak se musí zkoušky provádět opět s dalšími 5 EID, ale s nižší injektovanou úrovní, aby se našla úroveň, při které se nevyskytuje žádná reakce EID. Počet EID při reakci typu c) je vyšší než 50.
- 2 Zkouška s vybavenými EID.
- 3 Zkouška s napěťovými sondami (EID je odstraněno).
- 4 Zkouška se provádí po každé zkušební posloupnosti nebo na konci zkušebního programu. EID musí být funkční nebo vybavené.

20.5.4 Zkušební postup

20.5.4.1 Všeobecně

Článek poskytuje všeobecný nástin postupů pro použití při zkouškách NEMP munice a zbraňových systémů. Podrobný postup se musí vytvořit ve spolupráci se zkušební laboratoří (viz obrázek 508/5-1).

Munice nebo zbraňový systém ve svém nejzranitelnějším uspořádání se musí vystavit simulovanému NEMP. Při všech zkušebních uspořádáních se musí munice orientovat s ohledem na zamýšlené E a H pole, pro zajištění maximální vazby energie se všemi zamýšlenými součástkami. Pokud vyžaduje maximální vazba různých součástí různou orientaci, nebo pokud není možno dosáhnout nejhoršího případu, musí se při zkouškách pro zajištění nejhoršího případu použít různá orientace.



OBRÁZEK 508/5-1 – Vývojový diagram zkoušek NEMP

20.5.4.2 Zkušební uspořádání

Pokud je známé, musí se použít uspořádání, které zajišťuje maximální vazbu, jinak se musí použít následující uspořádání:

- a) Monopól: Zkoušená munice se musí umístit na dielektrickou strukturu. Hlavní osa uspořádání se musí orientovat paralelně se zkušebním E polem, které se generuje simulátorem. Okraje munice, které jsou nejbližší zemi, se k ní připojí. Uspořádání tak připomíná monopólovou anténu v maximálním vazebním režimu. Metoda uzemnění nesmí zvyšovat vazbu s municí.
- b) Dipól: Zkoušená munice se musí umístit na dielektrickou strukturu. Nepoužije se žádné uzemnění. Uspořádání připomíná dipólovou anténu, kapacitně vázanou se zemí.

POZNÁMKA Uspořádání munice nebo zbraňového systému jako monopól nebo dipól nemusí vytvořit podmínky pro nejhorší případ. Některé zbraňové systémy přijímají více energie, když jsou spojeny s odpalovací platformou, na závěsech pod křídly, odpalovacích ližinách atd. než ve volném prostoru. Navíc se musí stanovit řídicí proud z připojených zařízení, pro určení bezpečnosti při přípravě NEMP pole. Pokud se při těchto uspořádáních ověřuje přežití, musí se navrhnout realističtější zkoušky, které obsahují i manipulaci s municí, charakteristiky platformy a umístění při expozici.

20.5.4.3 Specifické zkušební postupy

20.5.4.3.1 Zkušební postupy s aktivním EID

Zkoušky s aktivním EID, umístěným v municí nebo zbraňovém systému, se obvykle provádějí v režimu připojení vlivu kontakt-kryt (pokud analýza demonstrovala tento odpalovací režim jako pravděpodobnější, nebo pokud výbušný materiál mezi kontakty a krytem má větší vliv na impedanci vedení EID obvodů).

Reakce na jednotlivý impulz nebo postupné impulzy, které mají interakci s EID v odpalovacích obvodech se mohou změnit v elektrickou susceptibilitu EID, např. nízkoodporový můstek EID se může znečitlivět tím, že k odpálení je třeba větší proud. Protože se obecně projevují v aktivním materiálu, který se obvykle vyskytuje mezi kontakty a krytem, musí se použít aktivní EID.

Možné jsou dva zkušební postupy A a B.

20.5.4.3.1.1 Zkušební postup A

Tento zkušební postup je možný pouze v případě, že je proudová sonda fyzicky umístěná v blízkosti obvodů EID v municí nebo zbraňovém systému. Obsahuje dvě zkoušky A1 a A2 a analýzy reakce, která se může vyskytnout v průběhu zkoušky A2.

Zkouška A1 na municí nebo zbraňovém systému

Zkouška A1 obsahuje měření proudu v nesymetrickém režimu v aktivním EID metodou monitorování proudu kabelového svazku (BCM), když je munice nebo zbraňový systém ozářen simulovaným jevem NEMP, pro získání přenosové funkce mezi průběhem impulzu NEMP a proudem, měřeným v nesymetrickém režimu v obvodech EID. Tato zkouška vede na extrapolaci tvaru a hodnoty proudu

v nesymetrickém režimu (I_{cm1}), který se může vyskytnout v EID, když se munice dostane do skutečného prostředí NEMP.

Výhodou této zkoušky je, že se udržuje původní hodnota komplexní impedance výbušného materiálu mezi kontakty a krytem EID nebo zemní referenční hodnotou munice.

Zkouška A2 na podsystému

Zkouška A2, která obecně sleduje zkoušku A1, je zkouška injektáže proudu do kabelového svazku (BCI) a představuje injektáž proudových impulzů přímo do podsystémů, které obsahují EID (podsystém je ze zbraně odstraněn) a způsobují jeho odpálení. Pak je možno ověřit bezpečnostní rezervu mezi proudem nesymetrického režimu (I_{cm2}), která vede k reakci EID a proudem nesymetrického režimu (I_{cm1}), měřeného metodou BCM při umístění podsystému do zbraně v simulovaném prostředí NEMP.

V EID se mohou vyskytnout čtyři druhy reakce:

- a) Změna RF impedance EID v PTC režimu.
- b) Změna odporu EID pro stejnosměrný proud v PTC režimu.
- c) Odpálení EID.
- d) Žádná reakce.

Již bylo zmíněno, že zkušební proudy injektované technikou BCI musí mít stejný tvar jako ty, které se naměří v munici nebo zbraňovém systému technikou BCM, ale musí mít vyšší úroveň. Zkoušky BCI se musí provádět metodou popsanou při zkoušce NCS08 [4]. Zkouška BCI se musí provádět přímo na jednotlivých podsystémech v laboratoři, která je vybavena speciální ochranou proti účinkům výbuchu aktivního EID.

Počet EID potřebných pro zkoušku A2

Pro zjištění rozptylu elektrických charakteristik je potřebných několik EID. U zkoušek, kdy se vyskytnou výše uvedené reakce typu a) nebo b), se musí měřit a zaznamenat impedance v režimu PTC v rádiovém kmitočtovém pásmu a odpor pro stejnosměrný proud v režimu PTP každého EID před a po injektáži (za předpokladu, že nedojde k odpálení).

Pro každý podsystém a pro každou zkušební posloupnost je minimální počet zkoušených EID 5.

Při zkouškách, kdy se vyskytne jedna nebo více reakcí typu a) a b) uvedených v článku 20.5.4.3.1.1 z pěti EID, se musí provést zkoušky na dalších pěti funkčních EID s nižší úrovní BCI pro nalezení úrovně, kdy k reakci nedochází.

Při zkouškách, kdy se vyskytne reakce typu c), se musí statistickou metodou (Bruceton, Probit, Metoda jednoho výstřelu) určit u řady EID prahová energie, kdy nedojde k roznětu (NFT). Pro tuto zkoušku je nutno použít minimálně 50 kusů EID.

Při zkouškách, kdy nedojde k žádné reakci (reakce typu d)), se zkouška považuje za dokončenou, když je bezpečnostní rezerva mezi I_{cm2} a I_{cm1} větší nebo se rovná požadované bezpečnostní rezervě. Pokud není žádná bezpečnostní rezerva určena, musí se použít nouzová hodnota 20 dB.

Zkušební postup A se často preferuje před zkušebním postupem B, protože je snadnější výměna aktivního EID v podsystému než ve zbrani. Zkušební postup A také může být výhodnější z toho důvodu, že bezpečnostní rezerva určená mezi měřenými proudy na odpalovacích vedeních úplné munice nebo zbraňovém systému v průběhu ozáření simulovaným impulzem NEMP a prahovou úrovní, kdy nedojde k odpálení nebo úrovni reakce / bez reakce platí pro celou řadu EID.

20.5.4.3.1.2 Zkušební postup B

Zkušební postup B obsahuje zkoušky munice nebo zbraňového systému s aktivním EID (ale veškerý výbušný materiál je odstraněn), ale v průběhu zkoušky se nevyžaduje žádné vybavení. Tento postup se používá v případě, že není možné do munice nebo zbraňového systému umístit měřicí systém a pokud se požaduje přístup vlivu k jednomu nebo oběma režimům kontakt-kontakt a kontakt-kryt.

Tento zkušební postup obsahuje záznam odporu pro stejnosměrný proud a RF impedance každého EID před a po zkoušce úrovní, která představuje úplnou hrozbu NEMP pro municí nebo zbraňový systém (která nezpůsobí odpálení).

Počet použitých vzorků EID je důležitý pro určení správnosti výsledků zkoušek NEMP. Protože tato metoda používá systém prošel/neprošel, je třeba výsledky zpracovat statistickými metodami. Malá důvěryhodnost se musí věnovat faktu, že jeden vzorek zkoušené munice odolá hrozbě. Protože rozmontování podsystémů munice a výměna EID představuje dlouhý a náročný proces, požaduje se pro tuto zkoušku minimálně 8 kusů EID, aby se demonstrovala úroveň spolehlivosti 75 % s konfidenční úrovní 90 %.

20.5.4.3.2 Zkušební postup bez aktivního EID

20.5.4.3.2.1 Zkušební postup C s vybavenými EID

Zkušební postup C se provádí s použitím vlivů v režimu kontakt-kontakt s vybavenými EID umístěnými v municí nebo zbraňovém systému.

Tento zkušební postup obsahuje měření přechodové teploty dosažené nízkoodporovým můstkem inertního EID, který je nainstalován v aktivním EID v průběhu simulovaného impulsu NEMP. Měření se musí provádět teplotním snímačem (optický snímač nebo termočlánek) umístěným v blízkosti nízkoodporového můstku EID, ale bez elektrického kontaktu s ním. Teplotní snímač i ID se musí kalibrovat společně s impulzním generátorem NEMP, aby se určila kalibrační funkce mezi energií přijímanou nízkoodporovým můstkem a jeho vrcholovou teplotou.

Měření se musí provádět speciálními snímači, které mají malou časovou konstantu (stejnou jako je časová konstanta EID) a rychlou reakci. Energie měřená ve vybaveném EID se pak může srovnat s energií, při které nedojde k odpálení, aby se buď vytvořila bezpečná rezerva nebo pravděpodobnost odpálení EID při zkušební úrovni impulsu NEMP.

20.5.4.3.2.2 Zkušební postup D s napěťovou sondou

Zkušební postup D se používá jako alternativa zkušebnímu postupu A (s aktivním EID) pro vstup vlivu v režimu kontakt-kryt, pokud se prokázalo, že vliv výbušného materiálu na impedanci obvodů EID je možno zanedbat.

Tento zkušební postup vyžaduje napěťovou sondu (nebo napěťový dělič), která se fyzicky umístí do munice nebo zbraňového systému na místě EID (který se vyjme). Sestává ze dvou zkoušek D1 a D2 a analýzy reakce, která se může vyskytnout při zkoušce D2.

Zkouška D1 na munici nebo zbraňovém systému

Zkouška D1 obsahuje měření napětí v nesymetrickém režimu (CMV) mezi každým kontaktem EID a referenční zemí, kdy EID je odstraněno a nahrazeno sondou (která působí jako napěťový dělič), když je munice nebo zbraňový systém ozařován simulovaným impulzem NEMP. Tento postup umožňuje získat přenosovou funkci mezi průběhem impulzu NEMP a CMV měřeným na obvodech EID.

Výsledek této zkoušky vede, pomocí extrapolace, na tvar a hodnotu CMV1, která se může vyskytnout mezi kontakty EID a referenční zemí v prostředí úplného ohrožení NEMP.

POZNÁMKY

- 1 Tento postup je jiný než v případě zkušební postupu A popsaného výše, protože neuvažuje původní hodnoty komplexní impedance výbušného materiálu mezi kontakty a krytem EID nebo referenční zemí munice.
- 2 Napěťové údaje zachycené napěťovou sondou se přenášejí do záznamového zařízení optickým vláknem.

Zkouška D2 na podsystémech

Zkouška D2, která následuje po zkoušce D1, obsahuje použití napěťových impulzů přímo na podsystémy, které obsahují EID (s podsystémy vyjmutými ze zbraně) pro přímé odpálení EID. Vyhodnocuje se bezpečnostní rezerva mezi hodnotou CMV2, vedoucí k reakci EID a hodnotou CMV1, která se získala při zkoušce D1.

V EID se mohou vyskytnout čtyři druhy reakce:

- a) Změna RF impedance EID v PTC režimu.
- b) Změna odporu EID pro stejnosměrný proud v PTC režimu.
- c) Odpálení EID.
- d) Žádná reakce.

Již bylo zmíněno, že zkušební napěťové impulzy musí mít stejný tvar jako ty, které se naměří v munici nebo zbraňovém systému při zkoušce D1, ale musí mít vyšší úroveň. Zkoušky D1 a D2 se musí provádět metodou popsanou při zkoušce NCS08 [4]. Zkouška D2 se musí provádět přímo na jednotlivých podsystémech v laboratoři, která je vybavena speciální ochranou proti účinkům výbuchu funkčního EID.

Počet EID potřebných pro zkoušku D2

Pro zjištění rozptylu jejich elektrických charakteristik je potřebných několik EID. U zkoušek, kdy se vyskytnou výše uvedené reakce typu a) nebo b), se musí měřit a zaznamenat impedance v režimu PTC v rádiovém kmitočtovém pásmu a odpor pro stejnosměrný proud v režimu PTP každého EID před a po injektáži (za předpokladu, že nedojde k odpálení).

Pro každý podsystém a pro každou zkušební posloupnost je minimální počet zkoušených EID pět.

Při zkouškách, kdy se vyskytne jedna nebo více reakcí typu a) a b) z pěti EID se musí provést zkoušky na dalších pěti funkčních EID s nižší úrovní napětí pro nalezení úrovně, kdy k reakci nedochází.

Při zkouškách, kdy se vyskytne reakce typu c) se musí statistickou metodou (Bruceton, Probit, Metoda jednoho výstřelu) určit u řady EID prahová energie (NFT), kdy nedojde k roznětu (NFT). Pro tuto zkoušku je nutno použít minimálně 50 kusů EID.

Při zkouškách, kdy nedojde k žádné reakci (reakce typu d)) se zkouška považuje za dokončenou, když je bezpečnostní rezerva mezi V_{cm2} a V_{cm1} větší nebo rovná požadované bezpečnostní rezervě. Pokud není žádná bezpečnostní rezerva určena, musí se použít nouzová hodnota 20 dB.

20.5.4.3.2.3 Zkušební postup E pro připojené elektrické/elektronické systémy

Zkušební postup E se provádí na elektrických/elektronických systémech, které jsou spojeny s EID. Tento postup obsahuje provedení funkčních zkoušek elektrických a elektronických podsystémů před a po každé zkušební posloupnosti (pokud je to možné) nebo na konci všech zkoušek. Zkušební postup se může provádět s funkčním nebo vybaveným EID. Tam, kde se požaduje bezchybný provoz napájeného systému při vystavení EMP, je nutné průběžné monitorování chování systému.

20.5.5 Zpracování výsledků

20.5.5.1 Zkušební protokol

Zkušební protokol musí obsahovat nejméně následující informace:

- a) Zkušební plán.
- b) Analýzu, na základě které byl zkušební plán vytvořen.
- c) Zkoušky a výsledky.
- d) Odchytky od zkušebního plánu, pokud se vyskytly, a důvody těchto odchylek.
- e) Analýzu výsledků zkoušek a jejich použití pro zvýšení bezpečnosti a použitelnosti systému v prostředí NEMP definovaném v [1].
- f) Výrok, zda munice nebo připojené systémy splňují nebo nesplňují specifikovaná kritéria. Závěr, který musí obsahovat všechny provedené předpoklady a technická posouzení.

20.5.5.2 Posuzovací zpráva

Pokud posouzení bezpečnosti a vhodnosti použití z hlediska susceptibilitě munice / zbraňového systému jednoznačně ukazuje, že systém není susceptibilní nebo nepřijatelně susceptibilní na hrozbu NEMP specifikovanou v [1] nebo pravděpodobně nebude vystaven hrozbě NEMP, může být od zkoušek, se souhlasem národní autority, upuštěno. Výsledky posuzovací zprávy se mohou použít místo zkušebního protokolu.

21 KATEGORIE 510 – RŮZNÉ ZKOUŠKY

21.1 Cíl

Tato kategorie obsahuje různé zkoušky, které se týkají účinků elektromagnetického prostředí, které nespádají do dříve uvedených kategorií.

21.2 Použitelnost

Části uvedené v této kategorii jsou různé a nejsou specifikovány pro E3, ale jsou potřebné. Pokud se uvádějí, musí se jejich použitelnost definovat.

21.3 Struktura

Kategorie se dělí na dvě následující části:

- Část 1: Zkušební postupy ověřování stínicí účinnosti krytů.
- Část 2: Použití vysílačů s malým výkonem v blízkosti zbraní.

22 KATEGORIE 510 ČÁST 1 – ZKUŠEBNÍ POSTUPY OVĚŘOVÁNÍ ELEKTROMAGNETICKÉHO STÍNĚNÍ KRYTŮ

22.1 Související dokumenty

22.1.1 Normativní

- [1] IEEE Std 299-2006 IEEE STANDARD METHOD FOR MEASURING THE EFFECTIVENESS OF ELECTROMAGNETIC SHIELDING ENCLOSURES
IEEE normativní metoda měření elektromagnetické stínící účinnosti krytů

22.1.2 Informativní

- ČSN EN 61000-4-21 TESTING AND MEASUREMENT TECHNIQUES – REVERBERATION CHAMBER TEST METHODS
Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4-21: Zkušební a měřicí technika – Měřicí metody pro odrazové komory

22.2 Cíl

Cílem této části je stanovit metody měření stínící účinnosti (SE).

22.3 Použitelnost a požadavky

Tato část je použitelná pro ověřování stínící účinnosti veškerých krytů.

Metoda používá pro ověření účinnosti stínění měření elektrického pole v kmitočtovém rozsahu 10 kHz až 1 GHz a magnetického pole v kmitočtovém rozsahu 10 kHz až 30 MHz. Dále poskytuje postup měření a techniku vyhodnocování pro určení elektromagnetického útlumu v kmitočtovém pásmu 10 kHz až 200 MHz za použití koherentních měření.

22.4 Zkoušky

22.4.1 Útlum (Stínící účinnost)

Útlum (stínící účinnost) je poměr signálů (z vysílače) přijímaných bez stínění a signálů přijímaných za použití stínění. Vložený útlum se získá vložením stínění mezi vysílací a přijímací anténu.

Útlum se definuje jako:

Útlum (dB) = $20 \cdot \log(E_1/E_2)$ pro elektrické pole.

Útlum (dB) = $20 \cdot \log(H_1/H_2)$ pro magnetické pole.

kde

E_2 a E_1 = intenzity elektrického pole se stíněním a bez stínění,

H_2 a H_1 = intenzity magnetického pole se stíněním a bez stínění.

22.4.2 Stínící kryt

Struktura, která chrání prostor před vlivy vnějšího a vnitřního elektrického a magnetického pole. Nebo opačně chrání okolní prostředí vřed vlivy vnitřního elektrického a magnetického pole. Stínící kryt s velkou účinností je obecně schopen snížit vliv intenzity elektrického nebo magnetického pole o jeden až sedm řádů v závislosti na kmitočtu. Kryty se obvykle vyrábějí z kovu, který zajišťuje elektricky vodivý kontakt mezi jednotlivými panely včetně dveří.

22.4.3 Metoda měření stínící účinnosti

Upřednostňovaná metoda měření stínící účinnosti je uvedena v IEEE Std 299-2006 [1].

23 KATEGORIE 510 ČÁST 2 – POUŽITÍ VYSÍLAČŮ S MALÝM VÝKONEM V BLÍZKOSTI ZBRANÍ

23.1 Související dokumenty

- [1] AECTP-508/3 HAZARDS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION TO ORDNANCE (HERO) TEST PROCEDURE
Zkušební postupy pro nebezpečné vyzařování z hlediska výzbroje (HERO)
- [2] STANAG 4699 LOW POWER SYSTEM CERTIFICATION PROCESS
Postup pro certifikaci systémů s malým výkonem

23.2 Zkratky

Zkratka	Název v originálu	Český název
CCF	Cavity Calibration Factor	kalibrační faktor dutiny
EID	Electrically Initiated Device	elektricky rozněcovatelné zařízení
EIRP	Effective Isotropic Radiated Power	efektivní vyzařovaný výkon izotropního zdroje
FFT	Fast Fourier Transformation	rychlá Fourierova transformace
HERO	Hazards of Electromagnetic Radiation to Ordnance	nebezpečné elektromagnetické vyzařování z hlediska výzbroje
LAN	Local Area Network	místní síť
PMR	Personal Mobile Radio	osobní přenosné rádio
RF	Radio Frequency	rádiový kmitočet
RFID	Radio Frequency Identification Device	zařízení pro rádiovou identifikaci
WLAN	Wireless Local Area Network	místní bezdrátová síť

23.3 Cíl

Cílem této části je poskytnout informace o mezích, posuzování a zkouškách, které se vztahují k použití vysílačů s malým výkonem v těsné blízkosti zbraní.

23.4 Použitelnost a požadavky

23.4.1 Použitelnost

Elektricky rozněcovatelné zařízení (EID) je možno nalézt jako vloženou položku ve zbrani (např. spouštěč raketového motoru v naváděné zbrani nebo zážehový iniciátor osvětlovacích/odchylovacích systémů) nebo jako samostatnou položku, která se ukládá nebo se s ní manipuluje individuálně (např. rozbuška nebo pístový plynový motor, který byl ze zbraně vyjmut). Protože EID jsou susceptibilní na vysokofrekvenční vyzařování jak ukazují lokální zkoušky a hodnocení pro určení jejich stupně susceptibility uvedené a požadované v AECTP-508/3 [1]. I když tyto zkoušky nepokrývají všechny fáze životního cyklu EID – konkrétně v případě, když

jsou vloženy nebo vyjmuty ze zbraně, nebo pokud se s nimi manipuluje jako samostatnou položkou. Kromě toho zůstává možnost, že pro některé funkční systémy nebylo provedeno vyhodnocení HERO.

Nicméně existence takových EID a zvýšený výskyt RF vysílačů v aplikacích, jako jsou RF identifikace, sběr dat, místní hlasová a datová komunikace aj. které se mohou vyskytovat v těsné blízkosti EID (např. instalovaných ve stejném kontejneru jako zbraň nebo používaných v prostoru, kde je zbraň umístěná) vyžaduje, aby STANAG takové situace zahrnoval. Funkční EID je možno nalézt buď jako součást zbraně (např. spouštěč raketového motoru v naváděné zbrani nebo zážehový iniciátor osvětlovacích/odchylovacích systémů) nebo jako samostatnou položku, která se ukládá nebo se s ní manipuluje individuálně (např. rozbuška nebo pístový plynový motor, který byl ze zbraně vyjmut). Jak ukazují lokální zkoušky a hodnocení pro určení jejich stupně susceptibilitu uvedené a požadované v AECTP- 508/3 [1], jsou EID susceptibilní na vysokofrekvenční vyzařování. Tyto zkoušky nepokrývají všechny fáze životního cyklu EID – konkrétně v případě, když jsou vloženy nebo vyjmuty ze zbraně, nebo pokud se s nimi manipuluje jako samostatnou položkou. Kromě toho zůstává možnost, že pro některé funkční systémy nebylo vyhodnocení HERO provedeno.

23.4.2 Požadavky

Veškeré vysílače s nízkým výkonem, které jsou umístěny v těsné blízkosti EID se musí vyhodnotit z hlediska ujištění, že EID se nebude nezamýšleně aktivovat nebo se nezhorší jeho funkční vlastnosti v elektromagnetickém prostředí vysílače. Shoda s požadavky se musí ověřit postupy uvedenými v kategorii 510/2. Ověření se týká všech fází životního cyklu nebo fází S4 a běžných provozních podmínek spojených s jednotlivými aspekty nebo fázemi.

23.5 Zkušební metody a meze

STANAG 4699 [2] obsahuje schválený postup a zkušební/vyhodnocovací metody, které se mohou použít pro určení bezpečné oddělovací vzdálenosti požadované mezi jednotlivými vysílači s malým výkonem a nejhorším případem zbraně/EID. Dokument obsahuje meze pro intenzitu RF pole v závislosti na kmitočtu, která se nesmí překročit jedním vysílačem (nebo více vysílači), které se mohou vyskytovat v těsné blízkosti citlivé zbraně obsahující EID nebo samotného EID zařízení. Tyto meze jsou uvedeny v [1] a používají se pro určení bezpečné vzdálenosti od vysílače(ů). Postup uvedený v [2] popisuje kroky, které jsou nutné pro získání osvědčení a které se musí provést v případě, že v těsné blízkosti zbraně, která obsahuje EID, je umístěn vysílač s malým výkonem.

Proces je použitelný pro vysílače, které se používají v dílnách, skladech manipulačních a montážních prostorách, kde není možno určit reakci zbraňového systému a kde je nutné přísně dodržovat vyzařovaný výkon vysílačů. Toto nesnižuje požadavky zkoušky HERO zbraňových systémů podle požadavků [1]. Zkoušky generují údaje o susceptibilitě zbraně (v závislosti na jejím stavu) tak, že je možno určit bezpečnou oddělovací vzdálenost od všech vysílačů.

Obsah dokumentu [2] je uveden v přílohách A až E této kategorie. Počítá se s tím, že další vydání dokumentu [2] nebude tyto technické informace obsahovat, a že tyto zůstanou pouze v této části. Hodnocení a zkoušky v přílohách se zaměřují na ověření/certifikaci bezpečné oddělovací vzdálenosti od jednoho zařízení s malým

výkonem. Rizika HERO způsobované RFID a dalšími zařízeními s malým výkonem zahrnují případ, kdy je jedno zařízení umístěné v blízkosti zbraně i případ, kdy je v elektricky uzavřeném odrazovém prostoru umístěno více takových zařízení. Proto zmírnění takových rizik vyžaduje ověření vysílače pro stanovení bezpečné oddělovací vzdálenosti, aby se zajistil bezpečný provoz jednotlivého zařízení, jakož i přehled možných aplikací, aby se vyhodnotilo nebezpečí v prostorech, kde se může vyskytnout více vysílačů. Pro posledně jmenovaný případ je nutné vyhodnotit celkový vyzařovaný výkon vysílače a vliv možných odrazů pro vyhodnocení shody s požadavky HERO. Toto se požaduje, protože v prostoru, kde se mohou vyskytnout odrazy, se bezpečná oddělovací vzdálenost může překročit soustředěním elektromagnetické energie, která se musí zahrnout při hodnocení potenciálního vlivu HERO. Odrazný prostor je takový prostor, kde se vyskytují významné odrazy RF energie způsobené vlivem stěn a dalších struktur v tomto prostoru. Existují techniky pro určení charakteristik takových prostorů, které umožňují získat kalibrační faktor dutiny (CCF), který se může použít pro určení výsledné úrovně elektrického pole v závislosti na kmitočtu a celkový vyzařovaný výkon v daném prostoru. Tyto techniky nejsou zatím v aktuálních přílohách uvedeny, ale počítá se, že v dalších vydáních této části budou techniky popsány.

(PŘÍLOHY

ČOS 051627
5. vydání
Změna 1
Kategorie 510/2

(VOLNÁ STRANA)

URČENÍ BEZPEČNÉ ODDĚLOVACÍ VZDÁLENOSTI

A.1

Určení bezpečné oddělovací vzdálenosti vyžaduje použití tabulky 510/A-A1 a tabulky 510/2-A2.

V případě, že není možno bezpečnou oddělovací vzdálenost dodržet, vyžaduje se měření intenzity elektrického pole nebo výkonu. Toto měření se musí provádět podle postupů uvedených v přílohách C, D nebo E této části, Bezpečná oddělovací vzdálenost je taková, při které intenzita pole klesne pod hodnotu uvedenou na obrázku 510/2-A1 nebo výkon je menší než mez uvedená v příloze E této části.

Tabulka 510/2-A1 – Vztahy pro výpočet bezpečné oddělovací vzdálenosti

Kmitočtový rozsah (MHz)	Vztah
$0,01 \leq f < 2,0$	$D = 5,5 f \sqrt{P_t G_t}$
$2,0 \leq f < 80,0$	$D = 10,95 f \sqrt{P_t G_t}$
$80,0 \leq f < 100\,000,0$	$D = 876 f^{-1} \sqrt{P_t G_t}$
kde D = vzdálenost v metrech, P _t = střední výstupní výkon vysílače ve watech, G _t = číselný (ve vzdáleném poli) poměr zisku (ne v dB) vysílací antény odvozený následovně: $G_t = 1 \cdot 10^{G/10}$ kde G = zisk v dBi. f = kmitočet vysílače v MHz.	
POZNÁMKY 1 Výše uvedené informace představují nejhorší případ požadované bezpečné oddělovací vzdálenosti. 2 Vztahy jsou uvedeny pro vzdálenosti v metrech. 3 V případě kdy je vypočtená oddělovací vzdálenost menší než 3 m, viz tabulka 510/2-A2.	

Tabulka 510/2-A2 – Doplnkové výpočty pro vypočtenou bezpečnou oddělovací vzdálenost menší než 3 m

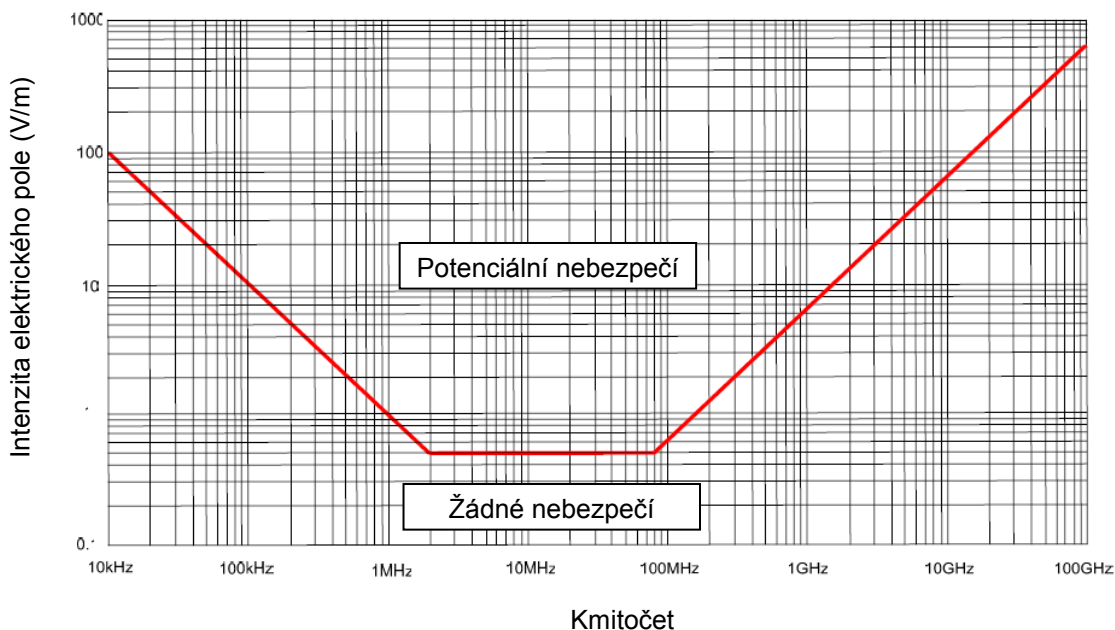
Parametry systému	Minimální oddělovací vzdálenost (m)
EIRP ≤ 0,025 W Kmitočty ≥ 100 MHz	0 viz poznámka
0,025 < EIRP ≤ 0,1 W kmitočty ≥ 1 GHz	0,3

Parametry systému	Minimální oddělovací vzdálenost (m)
$0,025 < \text{EIRP} \leq 0,1 \text{ W}$ $200 \text{ MHz} \leq \text{kmitočet} < 1 \text{ GHz}$	1,5
Všechny ostatní kombinace EIRP a kmitočtů	Použít vypočtenou bezpečnou oddělovací vzdálenost z tabulky 510/2-A1

EIRP = $P_t \cdot G_t$
 kde
 EIRP = efektivní vyzařovaný výkon izotropního zdroje ve W,
 P_t = střední výstupní výkon vysílače ve watech,
 G_t = číselný (ve vzdáleném poli) poměr zisku (ne v dBi) vysílací antény odvozený následovně
 $G_t = 1 \cdot 10^{G/10}$
 kde
 G = zisk v dBi.

PŘÍKLAD Jestliže je zisk antény ve vzdáleném poli 2,1 dBi je poměr zisku ve vzdáleném poli $1 \cdot 10^{2,1/10} = 1,62$.

POZNÁMKA Nulová bezpečná oddělovací vzdálenost znamená, že vysílač se může umístit těsně vedle citlivého zařízení, ale anténa se ho nesmí dotýkat.



OBRÁZEK 510/2-A1 – Potenciální nebezpečná intenzita elektrického pole v závislosti na kmitočtu

ÚDAJE POŽADOVANÉ OD VÝROBCE SYSTÉMU S MALÝM VÝKONEM

Tato metoda je použitelná pro jednotlivá zařízení a pomáhá při certifikaci v případě, že vypočtené hodnoty bezpečné oddělovací vzdálenosti je možno použít. Při analýze se používají údaje specifikované výrobcem a vztahy uvedené v příloze A této části, viz tabulka 510/2-A1 a tabulka 510/2-A2.

Metoda vyžaduje specifické informace o jednotce. Minimálně je nutné získat následující údaje.

- a) Provozní kmitočet a šířka pásma.
- b) Maximální jmenovitý vysílaný střední a vrcholový výkon.
- c) Zisk antény.
- d) Krátký popis provozního použití/instalace.

METODY MĚŘENÍ BEZPEČNÉ ODDĚLOVACÍ VZDÁLENOSTI

C.1 Úvod

Všude tam, kde není možno vypočtenou bezpečnou oddělovací vzdálenost určenou v příloze B této části použít, nebo se požadují menší vzdálenosti (téměř dotyk), nebo když je pro stanovení bezpečné oddělovací vzdálenosti nutno měřit EIRP, musí se použít následující měřicí metody.

- a) Metoda měření pomocí E-sondy pole.
- b) Metoda měření pomocí monopólu.

Volba metody závisí na akvizičním orgánu. Použití metody pomocí E-sondy pole umožňuje použít komerčně dostupné zařízení, které se běžně vyskytuje v každé zkušební EMC laboratoři. Bezpečná oddělovací vzdálenost se odvozuje od nejhoršího případu předpokládané intenzity elektrického pole, která se určuje na základě teoretických a empirických údajů. Metoda měření pomocí monopólu vyžaduje vytvoření speciálních antén (které musí být jednoduché) a které umožňují určit bezpečnou oddělovací vzdálenost vzhledem k výkonu zachyceného dipólovou anténou, což představuje nejhorší případ obvodu EID. Zatímco teoreticky je možno tuto metodu použít pro každý kmitočet, praktické rozměrové omezení antény činí tuto metodu obtížnou pro kmitočty nižší než 300 MHz. Pro systémy pracující na kmitočtech nižších než 300 MHz je nutné rozhodnutí akvizičního orgánu.

C.2 Ověření E-sondy pole

Protože k dispozici jsou různé E-sondy pole a mnohé nemají potřebnou citlivost nebo nejsou schopné poskytovat přesné informace o dynamickém chování signálu, který se používá při bezdrátovém přenosu dat, je nutné ověřit vlastnosti sondy v blízkém poli. Nesmí se používat sondy, jejichž radom (kryt) je větší než 150 mm.

Ověřování se musí provádět v anechoické komoře nebo jiném prostředí bez odrazů (např. na otevřeném měřicím místě OATS) ve shodě s následujícím postupem:

- a) Umístit zkoušené zařízení na dielektrický podstavec asi 1 m nad podlahu zkušební místnosti.
- b) Uspořádat zkoušené zařízení tak, aby vysílalo maximální možný EIRP.
- c) Umístit kalibrovanou dipólovou anténu (naladěnou na střed specifického vyzářovaného kmitočtového pásma) ve stejné výšce jako je zkoušené zařízení ve vzdálenosti 1 m od hrany zkoušeného zařízení.
- d) Spektrální analyzátor nastavit následovně.

Střední kmitočet = specifikovaný střední kmitočet zkoušeného zařízení.

Start/Stop kmitočet musí pokrýt šířku pásma zařízení $\pm 10\%$.

Doba rozmítání = min. 100 ms.

Rozlišovací šířka pásma = min. 3 MHz.

Rozlišovací šířka pásma videofiltru = min. 3 MHz.

Funkce Max Hold Peak zapnout.

Jednotky = $\text{dB}\mu\text{V}$.

Průběžné rozmítání po dobu nejméně 5 minut nebo do doby stabilizace průběhu.

V tomto okamžiku se musí výsledný průběh uložit a musí se identifikovat maximální amplituda.

Vypočítat měřenou intenzitu pole pomocí vztahu.

$$E = V_t + AF$$

kde

E = intenzita elektrické pole v $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$,

V_t = získaný údaj spektrálního analyzátoru v $\text{dB}\mu\text{V}$,

AF = anténní faktor v dB/m .

- (c) Umístit E-sondu pole na místo dipólové antény ve vzdálenosti 1 m od hrany zkoušeného zařízení.
- (d) Zvolit dostatečně dlouhou dobu pro záznam maximální amplitudy a srovnat ji s úrovní získanou dipólovou anténou. Pokud se obě měření neliší o více než 3 dB, je sonda vhodná pro měření.

C.3 Metoda měření E-sondou pole

Po ověření sondy výše uvedenou metodou zmenšovat vzdálenost sondy a zkoušeného zařízení, dokud se měřená hodnota vyzařování nerovná hodnotě uvedené v příloze A, obrázek 510/2-A1 této části pro odpovídající kmitočet. Měření opakovat pro různé umístění a orientaci zkoušeného zařízení. Maximální vzdálenost, při které se dosáhne této hodnoty, se musí zaznamenat jako bezpečná oddělovací vzdálenost. Pokud se hodnota uvedená v příloze A, obrázek 510/2-A1 nedosáhne ani při přímém dotyku zkoušeného zařízení musí se použít bezpečná oddělovací vzdálenost 0 m.

C.4 Metoda měření pomocí monopólu

Bezpečná oddělovací vzdálenost se může měřit také prostřednictvím zvlášť navržené a kalibrované monopólové antény, jako alternativní metoda k měření E-sondou pole. Podrobné údaje pro měření monopólovou anténou jsou uvedeny v příloze E této části. Bezpečná oddělovací vzdálenost získaná touto metodou je taková vzdálenost, při které přijímaný výkon odpovídá mezním hodnotám uvedeným v příloze E této části.

Pokud je při této metodě určování bezpečné oddělovací vzdálenosti nutno posunout anténu do vzdálenosti větší než 1 m od zkoušeného zařízení, je nutno provést měření pomocí dipólové antény a bezpečná oddělovací vzdálenost se musí určit na základě vzdálenosti, ve které se měřená úroveň rovnají úrovní intenzity pole uvedeným na obrázku 510/2-A1.

MĚŘENÍ NA MÍSTĚ INSTALACE

D.1 Účel

Tato metoda se používá v případě, že zkoušené zařízení se používá uvnitř nebo na uzavřeném elektricky odrazivém prostoru (jako je RFID nainstalovaný na kovové ploše nebo odpalovacím kontejneru zbraně). Pokud je zkoušené zařízení umístěno uvnitř transportního/úložného kontejneru, může akviziční orgán požadovat měření na místě instalace. Je třeba ověřit, že výsledná intenzita elektrického pole nepřesáhne hodnoty uvedené na obrázku 510/2-A1. Tato technika je primárně určena pro pevně umístěné vysílače, jako jsou přístupové body LAN, lodní antény nebo naváděné zbraně umístěné na automobilech. Zdroj vysílání se musí hodnotit v závislosti na umístění nebo předpokládaném použití na kontejneru nebo přepravním vozidle. Veškeré změny umístění musí schválit akviziční orgán. Tato měření vyžadují použití E-sondy pole ověřené postupem uvedeným v příloze C této části a vyžadují následující postup.

- a) Nainstalovat zdroj vysílání na odpovídající místo a nastavit maximální vyzařovaný výstupní výkon.
- b) Vytvořit třírozměrnou měřicí síť uvnitř zkoušeného prostoru. Průsečíky této sítě nesmí být řidší než 1/6 nejmenšího rozměru zkoušeného prostoru.
- c) V každém průsečíku měřicí sítě se musí provést minimálně jedno měření při nastavení uvedeném v příloze C této části. Údaje se musí zaznamenat tak, že se sonda ručně umístí do každého průsečíku měřicí sítě a měří se minimálně 1 s, nebo se sonda umístí na stojan, který se posouvá do jednotlivých průsečíků měřicí sítě.
- d) Maximální zaznamenané hodnoty nesmí překročit údaje uvedené na obrázku 510/2-A1.

MĚŘENÍ BEZPEČNÉ ODDĚLOVACÍ VZDÁLENOSTI POMOCÍ MONOPÓLOVÉ ANTÉNY

E.1 Účel

Tato příloha uvádí metodu pro ohodnocení nebezpečí pro zbraně a systémy, které obsahují elektricky rozněcovatelná zařízení (EID) způsobené zařízeními, která vyzařují malý výkon např. WLAN, Bluetooth nebo PMR. Toto jsou typická zařízení, jejichž výstupní vyzařovaný výkon (průměrný) je menší než 1 W a jsou ruční nebo přenosná. Zkušební metody vyžadují měření v blízkém poli.

E.2 Zkušební metoda

E.2.1 Zkušební předpoklady

Účelem této zkušební metody je provést vyhodnocení nebezpečí za standardních podmínek. Teoretický předpoklad zkušební metody je skutečnost, že EID je připojeno a přizpůsobeno k nízkoodporovému můstku nebo zapalovači a vodiče působí jako nezamýšlená přijímací anténa a že vodiče neslouží jako přijímací anténa se ziskem lepším než rezonanční dipól. Zkušební metoda hledá odchylky od těchto předpokladů kalibrací všech ztrát v měřicím systému a nastavením vazebního činitele měřicí antény tak, že tato působí jako rezonanční dipólová anténa.

E.3 Požadované zkušební zařízení

E.3.1 Měřicí anténa

Požaduje se anténa se známými provozními parametry. V ideálním případě musí mít plochou charakteristiku zisku v celém použitelném kmitočtovém pásmu. Musí být znám směr vrcholu zisku, který musí být v použitelném kmitočtovém rozsahu. Článek E.7 uvádí konstrukční podrobnosti pro výrobu vhodné antény. (Takové antény jsou potřebné dvě pro kalibrační účely).

E.3.2 Požadavky na RF zkušební zařízení

Požaduje se následující zkušební zařízení:

- a) Obvodový analyzátor schopný měřit útlum v požadovaném kmitočtovém pásmu. Článek E.9 uvádí další podrobnosti.
- b) Spektrální analyzátor, který je schopen zobrazit spektrální průběh v požadovaném kmitočtovém pásmu. Spektrální analyzátor musí být schopen provádět FFT analýzu s rozlišovací šířkou pásma nejméně 10 MHz a musí mít funkci Max Hold Peak.
- c) Dva koaxiální ohebné kabely dlouhé přibližně 1 m s nízkým útlumem a konektorem typu N na obou koncích.

E.4 Zkušební uspořádání

E.4.1 Požadavky na zkušební místo

Zkušební místo musí být ve volném prostoru minimálně 2 m od stěn.

E.4.2 Zkušební nastavení pro kalibraci

Dvě antény se musí umístit nejméně 0,5 m nad nevodivý povrch zkušebního stolu. Antény jsou uspořádány tak, že hrany jejich zemních ploch se dotýkají. Dva ohebné kabely se použijí pro připojení antén ke vstupům 1 a 2 obvodového analyzátoru.

E.4.3 Typické zkušební uspořádání při měření

Zkušební anténa se musí umístit nejméně 0,5 m nad nevodivý povrch zkušebního stolu. Bylo zjištěno, že nejlepší nastavení je umístění zařízení přímo nad spektrální analyzátor pomocí stativu, který drží anténu. Měřicí anténa se připojí ke spektrálnímu analyzátoru pomocí ohebného koaxiálního kabelu. Zkušební uspořádání musí umožnit přiblížení zkoušeného zařízení ve směru vrcholového zisku.

E.4.4 Kalibrace zkušební antény

Obvodový analyzátor se nastaví do režimu měření průběžného útlumu a kabely se spojí a připojí mezi vstupy 1 a 2. Útlum kabelů se zaznamená. Dvě antény se umístí vedle sebe a pomocí výše ověřených kabelů se připojí k obvodovému analyzátoru. Zaznamená se vazební útlum mezi oběma anténami. Tento vazební útlum se pak použije (kalibrace) k vytvoření rezonančního dipólu. Podrobnosti jsou uvedeny v článku E.10.

E.5 Zkoušené zařízení s malým výkonem

E.5.1 Uspořádání zkoušené položky

Kdykoliv je to možné, musí se zkoušené zařízení nastavit tak, aby výstupní vyzařovaný výkon byl co nejvyšší, nebo se musí provozovat režim nejhoršího případu. Pokud není možno určit nejhorší provozní režim, pak se musí zařízení provozovat ve všech možných režimech.

E.5.2 Provedení zkoušky

Do spektrálního analyzátoru se musí zadat anténní faktor měřicí antény a nastavit funkce Max Hold Peak, Zkoušené zařízení se pak přibližuje k měřicí anténě, dokud se nezaznamená zkušební mez 2,5 mW (v závislosti na provozu zkoušeného zařízení může být nutné postupovat velmi pomalu, nebo v krocích s odpovídajícími dobami setrvání, aby byl spektrální analyzátor schopen zachytit vyzařované emise). Zaznamená se vzdálenost zkoušeného zařízení od měřicí antény (tj. od zářiče monopólu a ne od zemnicí plochy).

Anténa zkoušeného zařízení se musí orientovat tak, aby se dosáhlo maximální vazby. Pokud není možné určit tuto orientaci, musí se během zkoušky orientace zkoušeného zařízení měnit. Pokud se jedná o ruční zařízení, musí se zajistit, aby ruka (držák) nestínila anténu. Podrobnosti k měření jsou uvedeny v článku E.11.

E.6 Meze

Mezní hodnota vyzařovaného výkonu je 2,5 mW. Tato úroveň představuje bezpečnou hodnotu HERO, při které nedochází k iniciaci citlivých EID.

E.7 Konstrukce měřicí antény

E.7.1 Požadavky na měřicí anténu

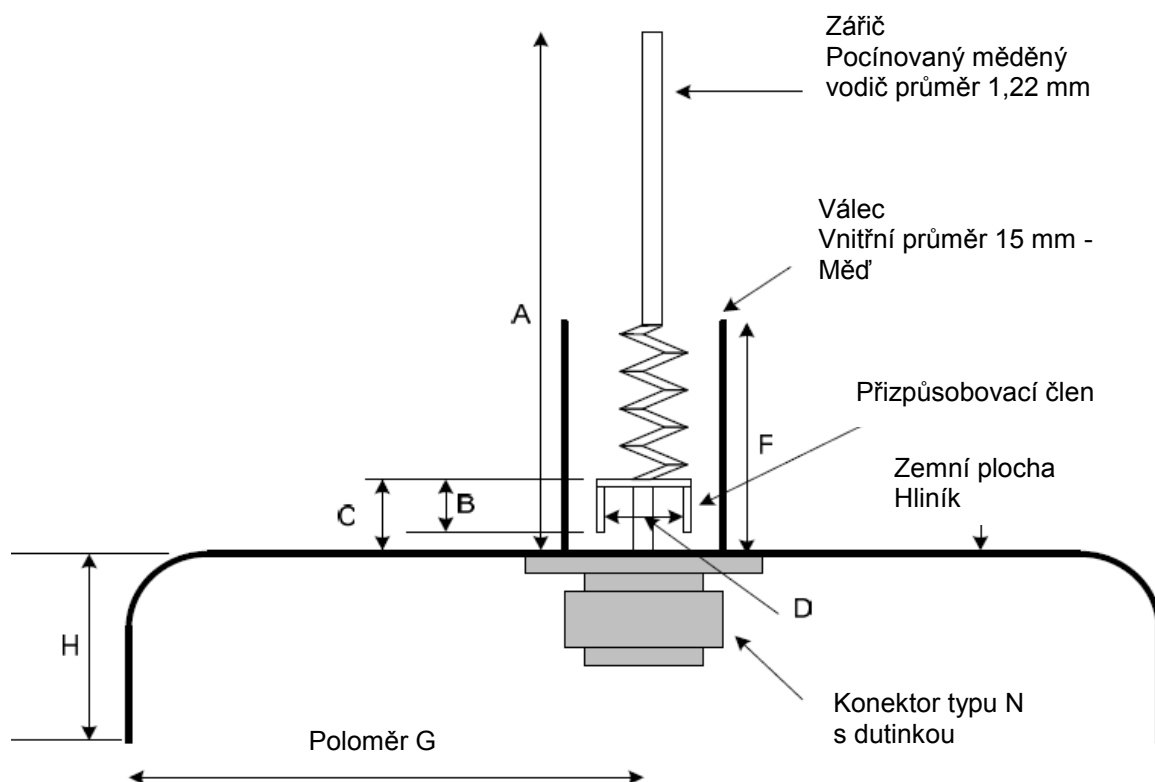
Dále se uvádí podrobnosti pro konstrukci dvou antén vhodných pro měření výše uvedeného nebezpečí. Tyto antény mají plochou charakteristiku zisku

v požadovaném kmitočtovém pásmu a směr vrcholového zisku je orientován horizontálně.

Měřicí antény pro jiné kmitočtové pásmo se mohou vytvořit změnou jmenovitých rozměrů.

E.7.2 Anténa pro nízké kmitočtové pásmo

Tato anténa je určena pro měření v kmitočtovém pásmu přibližně 500 MHz až 3 GHz.



OBRÁZEK 510/2-E1 – Náčres antény pro nízké kmitočtové pásmo

Rozměry specifické monopólové antény pro nízké kmitočtové pásmo jsou uvedeny v tabulce 510/2-E1

TABULKA 510/2-E1 – Rozměry antény pro nízké kmitočtové pásmo

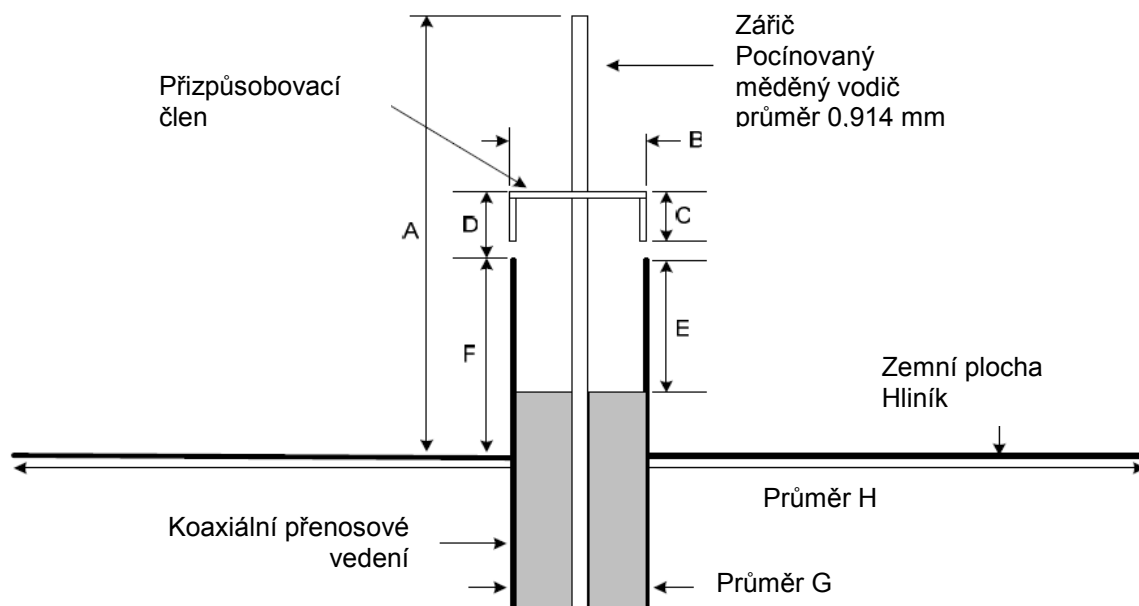
Rozměr	Hodnota
A	77,5 ± 1 mm
B	4,0 ± 0,5 mm
C	7,0 ± 0,5 mm
D	6,0 ± 0,5 mm
E (šířka členu)	5,0 ± 0,2 mm
F	31,5 ± 0,5 mm

G	$120,0 \pm 1 \text{ mm}$
H	$52,5 \pm 1 \text{ mm}$

Vnitřní spirála má čtyři závity namotané na tyči o průměru 5 mm. Vrchní hrana spirály je zarovnaná s vrcholem válce.

E.7.3 Anténa pro vysoké kmitočtové pásmo

Anténa je určena pro kmitočtové pásmo 2,6 GHz až 6 GHz.



OBRÁZEK 510/2-E2 – Náskres antény pro vysoké kmitočtové pásmo

Rozměry specifické monopólové antény pro vysoké kmitočtové pásmo jsou uvedeny v tabulce 510/2-E2

TABULKA 510/2-E2 – Rozměry antény pro vysoké kmitočtové pásmo

Rozměr	Hodnota
A	$34,0 \pm 0,5 \text{ mm}$
B	$7,0 \pm 0,2 \text{ mm}$
C	$5,0 \pm 0,2 \text{ mm}$
D	$7,0 \pm 0,2 \text{ mm}$
E	$6,0 \pm 0,2 \text{ mm}$
F	$9,0 \pm 0,2 \text{ mm}$
G	$8,0 \pm 0,2 \text{ mm}$
H	$86,0 \pm 0,5 \text{ mm}$
výška B	$8,0 \pm 0,2 \text{ mm}$

E.8 Obecné pokyny pro konstrukci antény

Zemní plocha musí být kruhová. Tam, kde není specifikován materiál, musí se použít mosaz nebo měď. Materiál a jeho síla ovlivňuje vlastnosti antény, které ale nejsou kritické. Vlastnosti antény jako je zisk, plochá kmitočtová charakteristika atd. se ověřují při kalibraci.

E.9 Specifické požadavky na měřicí zařízení

E.9.1 Obvodový analyzátor

Obvodový analyzátor se požaduje pro kalibraci měřicí antény a měření útlumu kabelů. Obvodový analyzátor musí splňovat následující požadavky.

Minimální kmitočtový rozsah	300 kHz až 6,6 GHz
Rozlišení	1 Hz
Směrovost	38 dB
Přizpůsobení zdroje	35 dB
Přizpůsobení zátěže	37 dB
Rozlišení úrovně	0,05 dB
Nastavení rozsahu mezifrekvence	10 Hz až 100 kHz
Konektory	Typ N. s dutinkou, jmenovitá impedance 50 Ω
Datový formát	Logaritmické měřítko

E.9.2 Spektrální analyzátor

Spektrální analyzátor se požaduje pro měření vrcholových hodnot RF vyzařování ze zkoušeného zařízení. Požadovaný spektrální analyzátor musí splňovat následující požadavky.

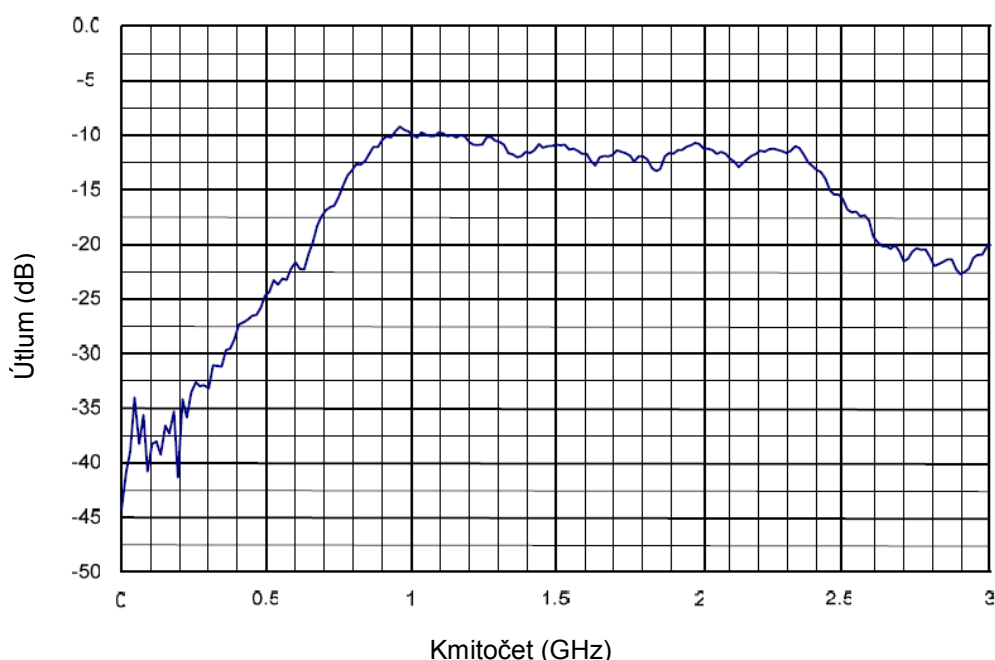
Přesnost odečtu kmitočtu (start, stop, střed, kurzor)	0,5 %
Kmitočtový rozsah (FFT a rozmítání)	0 Hz (nulové rozpětí) 10 Hz až maximální rozsah analyzátoru
Rozlišovací šířka pásma	1 Hz až 3 MHz (3 dB) (krok 10 %)
Šířka pásma analyzátoru	Maximálně 10 MHz
Rozlišovací šířka pásma videofiltru	1 Hz až 3 MHz
Rozsah displeje	Logaritmické měřítko 0,1 až 1 dB/dílek s krokem 0,1 dB, 1 až 20 dB/dílek s krokem 1 dB
Vstupní konektor	typ N, s dutinkou, jmenovitá impedance 50 Ω

E.10 Postup při kalibraci

- Nastavit obvodový analyzátor do režimu měření průběžného útlumu (parametr S21).

- b) Připojit dva ohebné koaxiální kabely ke vstupu 1 a 2 obvodového analyzátoru a spojit je společně pomocí redukce N-N.
- c) Zjistit průběžný útlum kabelů pomocí vnitřního kalibračního procesu obvodového analyzátoru a provést vynulování.
- d) Umístit dvě antény nejméně 0,5 m nad nevodivý povrch zkušebního stolu. Antény umístit tak, aby se jejich zemní plochy dotýkaly.
- e) Připojit antény ke vstupu 1 a 2 obvodového analyzátoru pomocí výše použitých ohebných kabelů.
- f) Zobrazí se útlum mezi oběma anténami.
- g) Zaznamenat výsledek do paměti.
- h) Načíst výsledky do tabulkového procesoru EXCEL.

Měřením se získá kalibrační křivka pro případ, kdy jsou použity dvě identické antény, jejichž zemní plochy se dotýkají. Pokud jsou při kalibraci antény skutečně identické, předpokládá se, že vazební útlum jedné měřicí antény tvoří polovinu celkového vazebního útlumu v dB. Příklad pro jednu měřicí anténu je uveden na obrázku 510/2-E3.

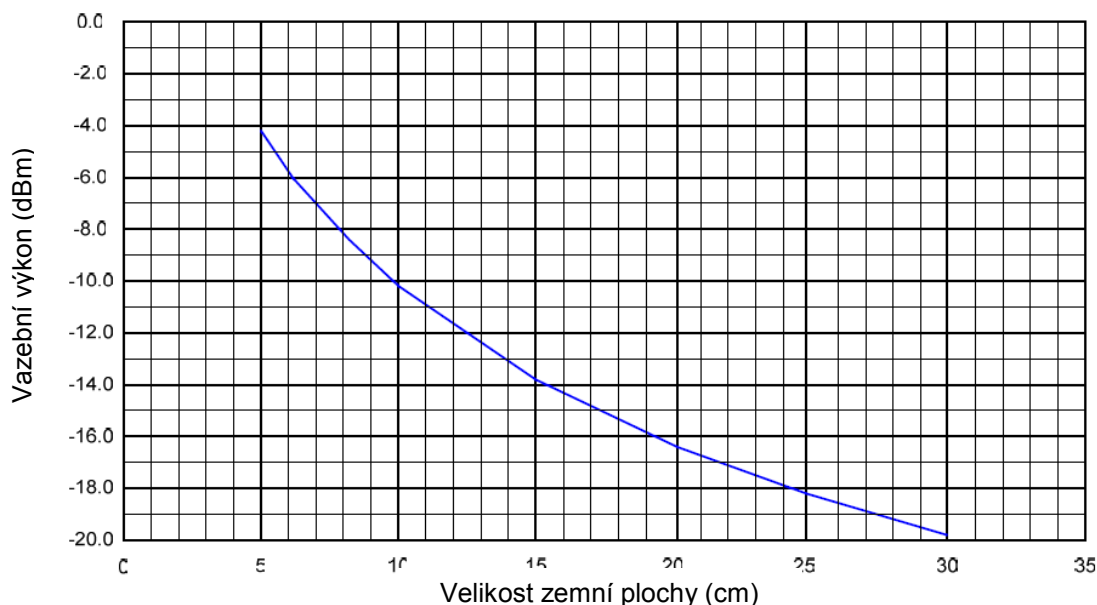


OBRÁZEK 510/2-E3 – Příklad vazebního útlumu jedné měřicí antény

Výsledek je závislý na kmitočtu a anténní faktor se musí odvodit pro každý požadovaný kmitočet, nebo se musí uvést graf jeho závislosti na kmitočtu. S takovými údaji je možno určit anténní faktor s ohledem na výkon, který se může vázat na polovinu vlnové délky dipólu (viz obrázek 510/2-E4).

Referenční místo pro zjištění anténního faktoru je hrana zemní plochy měřicí antény. Pokud má například měřicí anténa zemní plochu o poloměru 12 cm je 12 cm referenční vzdálenost pro nalezení anténního faktoru. Z obrázku 510/2-E3 je možno určit vazební útlum. Např. pro 1 GHz je to -10 dB. Z obrázku 510/2-E4 je možno

určit, že vazba dipólu v referenční vzdálenosti 12 cm je -12 dB. Anténní faktor měřicí antény pro kmitočet 1 GHz je tedy 2 dB. Anténní faktor je možno pro každý kmitočet určit v tabulkovém procesoru EXCEL ze zaznamenaných údajů.



OBRÁZEK 510/2-E4 – Vazba rezonančního půlvlnného dipólu

E.11 Postup při zkoušce

- Provést kalibraci výše uvedeným postupem.
- Umístit anténu nejméně 0,5 m nad nevodivý povrch zkušebního stolu. Monitorovací antény oddělit od všech vodivých povrchů pomocí bloků z pěnového polystyrénu nebo použít distanční podložky.
- Připojit měřicí anténu ke vstupu spektrálního analyzátoru.
- Do spektrálního analyzátoru zadat anténní faktory měřicí antény.
- Umístit zkoušené zařízení co nejbližší hrany zemní plochy měřicí antény.
- Nastavit střední kmitočet spektrálního analyzátoru na střední pracovní kmitočet zkoušeného zařízení. Pokud není střední kmitočet zkoušeného zařízení známý, nastavit střední kmitočet spektrálního analyzátoru na hodnotu 1,5 GHz.
- Nastavit kmitočtové rozpětí na hodnotu 50 MHz. Pokud není provozní kmitočet zkoušeného zařízení známý, nastavit rozpětí na hodnotu 1,5 GHz.
- Vstupní útlumový člen analyzátoru nastavit na hodnotu 10 dB.
- Skenování nastavit do režimu Max Hold Peak.
- Zapnout zkoušené zařízení a vyčkat nejméně 20 s. Pak orientovat zařízení tak, aby se získala maximální úroveň.
- Po ustálení vyzařovací charakteristiky zkoušeného zařízení zaznamenat nejvyšší úroveň vyzařované zkoušeným zařízením.

- l) Odsunout zkoušené zařízení do vhodné vzdálenosti od měřicí antény.
- m) Zapnout zkoušené zařízení a posouvat ho směrem k anténě, dokud se nedosáhne mezní hodnoty.
- n) Orientovat zkoušené zařízení tak, aby se zachytila maximální hodnota vyzařovaného výkonu a sledovat signál alespoň 5 minut. Vzdálenost může být kratší než poloměr zemní plochy antény.
- o) Změřit vzdálenost mezi zařízením a zářičem antény. Tato vzdálenost je bezpečná oddělovací vzdálenost.

(VOLNÁ STRANA)

Účinnost českého obranného standardu od: **29. ledna 2019**

Změny:

Změna číslo	Účinnost od	Změnu zapracoval	Datum zapracování	Poznámka
1	25. 5. 2022	odbor obranné standardizace	22. 6. 2022	

U p o z o r n ě n í: Oznámení o českých obranných standardech jsou uveřejňována měsíčně ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví v oddíle „Ostatní oznámení“ a Věstníku MO.

V případě zjištění nesrovnalostí v textu tohoto ČOS zasílejte připomínky na adresu distributora

Rok vydání: 2022, obsahuje 380 listů
Distribuce: Odbor obranné standardizace Úř OSK SOJ, nám. Svobody 471, 160 01 Praha 6
Vydal: Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti
oos.army.cz

NEPRODEJNÉ
