

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 33.100.10; 33.100.20

Červenec

2007

Specifikace přístrojů a metod pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti - Část 1-3: Přístroje pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti - Pomocná zařízení - Rušivý výkon	ČSN EN 55016-1-3 ed. 2 33 4210
--	---

idt CISPR 16-1-3:2004
+ idt CISPR 16-1-3:2004/Cor.1:2006

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods -
Part 1-3: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Ancillary equipment - Disturbance power

Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité
aux perturbations radioélectriques -
Partie 1-3: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques -
Matériels auxiliaires - Puissance perturbatrice

Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten
Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit -
Teil 1-3: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit -
Zusatz-/Hilfseinrichtungen - Störleistungsmessung

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 55016-1-3:2006. Překlad byl zajištěn Českým normalizačním institutem. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the European Standard EN 55016-1-3:2006. It was translated by Czech Standards Institute. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

S účinností od 2009-07-01 se nahrazuje ČSN EN 55016-1-3 (33 4210) ze srpna 2005, která do uvedeného data platí souběžně s touto normou.

Národní předmluva

Upozornění na používání této normy

Souběžně s touto normou se může používat ČSN EN 55016-1-3 (33 4210) ze srpna 2005 v souladu s předmluvou k EN 55016-1-3:2006.

Změny proti předchozím normám

Toto druhé nové vydání představuje technickou revizi a zcela přepracovává první vydání. Podrobněji je popsána kalibrační metoda absorpčních kleští. Dále jsou uvedeny alternativní kalibrační metody, které jsou pro praxi použitelnější, než předchozí. Pro popis absorpčních kleští jsou definovány další parametry, jako činitel oddělení pro širokopásmový absorbér (DF) a činitel oddělení pro proudový transformátor (DR), spolu s jejich validačními metodami. V dokumentu je rovněž obsažen postup validace zkušebního stanoviště s absorpčními kleštěmi (ACTS).

Informace o citovaných normativních dokumentech

CISPR 16-1-2:2003 zavedena v ČSN EN 55016-1-2:2005 (33 4210) Specifikace přístrojů a metod pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti - Část 1-2: Přístroje pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti - Pomocná zařízení - Rušení šířené vedením (idt EN 55016-1-2:2004, idt CISPR 16--2:2003)

CISPR 16-2-2:2003 zavedena v ČSN EN 55016-2-2:2005 (33 4210) Specifikace přístrojů a metod pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti - Část 2-2: Metody měření rušení a odolnosti - Měření rušivého výkonu (idt EN 55016-2-2:2004, idt CISPR 16-2-2:2003)

CISPR 16-4-2 zavedena v ČSN EN 55016-4-2 (33 4210) Specifikace přístrojů a metod pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti - Část 4-2: Nejistoty, statistické hodnoty a stanovování mezí - Nejistoty při měřeních EMC (idt EN 55016-4-2:2004, idt CISPR 16-4-2:2003)

IEC 60050(161):1990 zavedena v ČSN IEC 50(161):1993 (33 4201) Mezinárodní elektrotechnický slovník -

Kapitola 161: Elektromagnetická kompatibilita (idt IEC 50(161):1990)

Obdobné mezinárodní normy

CISPR 16-1-3:2004 Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-3: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Ancillary equipment - Disturbance power

(Specifikace přístrojů a metod pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti - Část 1-3: Přístroje

Mezinárodní norma CISPR 16-1-3 byla připravena subkomisí CISPR A: Měření vysokofrekvenčního rušení a statistické metody.

Toto druhé vydání ruší a nahrazuje první vydání z roku 2003. Představuje technickou revizi. V tomto vydání je podrobněji popsána kalibrační metoda absorpčních kleští. Dále jsou uvedeny alternativní kalibrační metody, které jsou pro praxi použitelnější, než předchozí. Pro popis absorpčních kleští jsou definovány další parametry, jako činitel oddělení pro širokopásmový absorpční (DF) a činitel oddělení pro proudový transformátor (DR), spolu s jejich validačními metodami. V dokumentu je rovněž obsažen postup validaci zkušebního stanoviště s absorpčními kleštěmi (ACTS).

Text této normy vychází z těchto dokumentů:

FDIS	Zpráva o hlasování
CISPR/A/517/FDIS	CISPR/A/532/RVD

Úplné informace o hlasování při schvalování této normy je možné nalézt ve zprávě o hlasování uvedené v tabulce.

Tato norma byla navržena ve shodě se Směrnicemi ISO/IEC, Část 2.

Komise rozhodla, že obsah této publikace zůstane nezměněn až do data údržby uvedeného na webových stránkách IEC „<http://webstore.iec.ch>“ v údajích vztahujících se ke konkrétní publikaci. V té době bude publikace

- znovu potvrzena;
- zrušena;
- nahrazena revidovaným vydáním nebo
- změněna.

Strana 3

Upozornění na národní poznámky

Do normy byla k článku 4.6 doplněna informativní národní poznámka.

Vypracování normy

Zpracovatel: EMCING® - Ing. Ivan Kabrhel, CSc., IČ 10420991

Technická normalizační komise: TNK 47 Elektromagnetická kompatibilita

Pracovník Českého normalizačního institutu: Tomáš Pech

Strana 4

Prázdná strana

EVROPSKÁ NORMA EUROPEAN STANDARD NORME EUROPÉENNE EUROPÄISCHE NORM	EN 55016-1-3 Listopad 2006
---	-----------------------------------

ICS 33.100.10; 33.100.20
-3:2004

Nahrazuje EN 55016--

Specifikace přístrojů a metod pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti
Část 1-3: Přístroje pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti -
Pomocná zařízení - Rušivý výkon
(CISPR 16-1-3:2004)
Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods
Part 1-3: Radio disturbance and immunity measuring apparatus -
Ancillary equipment - Disturbance power
(CISPR 16-1-3:2004)

Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques Partie 1-3: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques - Matériels auxiliaires - Puissance perturbatrice (CISPR 16-1-3:2004)	Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit Teil 1-3: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit - Zusatz-/Hilfseinrichtungen - Störleistungsmessung (CISPR 16-1-3:2004)
--	---

Tato evropská norma byla schválena CENELEC 2006-07-01. Členové CENELEC jsou povinni splnit Vnitřní předpisy CEN/CENELEC, v nichž jsou stanoveny podmínky, za kterých se musí této evropské normě bez jakýchkoliv modifikací dát status národní normy.

Aktualizované seznamy a bibliografické citace týkající se těchto národních norem lze obdržet na vyžádání v Ústředním sekretariátu nebo u kteréhokoliv člena CENELEC.

Tato evropská norma existuje ve třech oficiálních verzích (anglické, francouzské, německé). Verze v každém jiném jazyce přeložená členem CENELEC do jeho vlastního jazyka, za kterou zodpovídá a kterou notifikuje Ústřednímu sekretariátu, má stejný status jako oficiální verze.

Členy CENELEC jsou národní elektrotechnické komitety Belgie, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Maďarska, Malty, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Rumunska, Řecka, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Španělska, Švédsko a Švýcarska.

CENELEC

Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
Ústřední sekretariát: rue de Stassart 35, B-1050 Brusel

© 2006 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmkoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.

Ref. č. EN 55016--

-3:2006 E

Strana 6

Předmluva

Text mezinárodní normy CISPR 16-1-3:2004 vypracovaný v technické subkomisí CISPR SC A, Měření radiového rušení a statistické metody, byl předložen k jednotnému schvalovacímu postupu CENELEC a byl schválen CENELEC jako EN 55016-1-3 dne 2006-07-01.

Tato evropská norma nahrazuje EN 55016-1-3:2004.

V tomto vydání EN 55016-1-3:2006 je podrobněji popsána kalibrační metoda absorpčních kleští. Dále jsou uvedeny alternativní kalibrační metody, které jsou pro praxi použitelnější, než předchozí. Pro popis absorpčních kleští jsou definovány další parametry, jako činitel oddělení pro širokopásmový absorbér (DF) a činitel oddělení pro proudový transformátor (DR), spolu s jejich validačními metodami. V dokumentu je rovněž obsažen postup validace zkušebního stanoviště s absorpčními kleštěmi (ACTS).

Byla stanovena tato data:

- nejzazší datum zavedení EN na národní úrovni vydáním identické národní normy nebo vydáním oznámení o schválení EN k přímému používání jako normy národní (dop) 2007-07-01
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s EN v rozporu (dow) 2009-07-01

Přílohu ZA doplnil CENELEC.

Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy CISPR 16-1-3:2004 včetně opravy z února 2006 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Strana 7

Obsah

Strana

1	Rozsah platnosti	8
2	Citované normativní dokumenty	8
3	Termíny, definice a zkratky	8
4	Absorpční kleště	9
Příloha A (informativní) Konstrukce absorpčních kleští (článek 4.2)..... 19		
Příloha B (normativní) Metody kalibrace a validace absorpčních kleští a přídavného absorpčního zařízení (kapitola 4)..... 21		
Příloha C (normativní) Validace zkušebního stanoviště s absorpčními kleštěmi (kapitola 4)..... 29		
Příloha ZA (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace..... 31		
	Obrázek 1 - Přehled měřících metod pro absorpční kleště a souvisejících kalibračních a validačních postupů.....	15
	Obrázek 2 - Schematický přehled zkušební metody s absorpčními kleštěmi.....	17
	Obrázek 3 - Schematický přehled kalibračních metod kleští.....	18
	Obrázek A.1 - Sestava absorpčních kleští a její části.....	19
	Obrázek A.2 - Příklad konstrukce absorpčních kleští.....	20
	Obrázek B.1 - Originální kalibrační stanoviště.....	25
	Obrázek B.2 - Umístění vodička pro centrování zkoušeného vedení.....	25

Obrázek B.3 - Boční pohled na kalibrační přípravek.....	26
Obrázek B.4 - Pohled shora na kalibrační přípravek (půdorys).....	26
Obrázek B.5 - Pohled na svislou stěnu přípravku.....	26
Obrázek B.6 - Zkušební uspořádání pro kalibraci absorpčních kleští s referenčním zařízením.....	27
Obrázek B.7 - Specifikace referenčního zařízení.....	27
Obrázek B.8 - Měřicí uspořádání při měření činitele oddělení DF.....	28
Obrázek B.9 - Měřicí uspořádání při měření činitele oddělení DR.....	28
Obrázek C.1 - Zkušební uspořádání pro měření útlumu stanoviště pro validaci stanoviště kleští s použitím referenčního zařízení	30
Tabulka 1 - Přehled charakteristik tří kalibračních metod kleští a jejich vztahy.....	16

1 Rozsah platnosti

Tato část CISPR 16 je základní normou, která stanoví charakteristiky a kalibraci absorpčních kleští pro měření vysokofrekvenčního rušivého výkonu v kmitočtovém rozsahu 30 MHz až 1 GHz.

2 Citované normativní dokumenty

Pro používání tohoto dokumentu jsou nezbytné dále uvedené referenční dokumenty. U datovaných odkazů platí pouze citovaná vydání. U nedatovaných odkazů platí poslední vydání referenčního dokumentu (včetně změn).

CISPR 16-1-2:2003 Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Ancillary equipment - Conducted disturbances

(Specifikace přístrojů a metod pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti - Část 1-2: Přístroje pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti - Pomocná zařízení - Rušení šířené vedením)

CISPR 16-2-2:2003 Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods -

Part 2-2: Methods of measurement of immunity and disturbance - Measurement of disturbance power

(Specifikace přístrojů a metod pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti - Část 2-2: Metody měření rušení a odolnosti - Měření rušivého výkonu)

CISPR 16-4-2 Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling - Measurement instrumentation uncertainty

(Specifikace přístrojů a metod pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti - Část 4-2: Nejistoty, statistické hodnoty a stanovování mezí - Nejistoty měřicího zařízení)

IEC 60050(161):1990 International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Chapter 161: Electromagnetic compatibility

Amendment 1 (1997)

Amendment 2 (1998)

(Mezinárodní elektrotechnický slovník (IEV) - Kapitola 161: Elektromagnetická kompatibilita)

3 Termíny, definice a zkratky

3.1 Termíny a definice

Viz IEC 60050-161, kde je to použitelné.

3.2 Zkratky

ACA	sestava absorpčních kleští (<i>absorbing clamp assembly</i>)
ACMM	měřicí metoda absorpčními kleštěmi (<i>absorbing clamp measurement method</i>)
ACRS	referenční stanoviště s absorpčními kleštěmi (<i>absorbing clamp reference site</i>)
ACTS	zkušební stanoviště s absorpčními kleštěmi (<i>absorbing clamp test site</i>)
CF	činitel kleští (<i>clamp factor</i>)
CRP	referenční bod kleští (<i>clamp reference point</i>)
DF	činitel oddělení (<i>decoupling factor</i>)
DR	činitel oddělení, který určuje oddělení proudového transformátoru od nesymetrické (common mode) impedance měřicího přijímače
JTF	přenosová funkce přípravku (<i>jig transfer factor</i>)
LUT	zkoušené vedení (<i>lead under test</i>)
RTF	přenosová funkce referenčního zařízení (<i>reference transfer factor</i>)
SAD	přídavné absorpční zařízení (<i>secondary absorbing device</i>)
SAR	částečně bezodrazové prostory (<i>semi-anechoic room</i>)
SRP	referenční bod posuvu (<i>slide reference point</i>)

4 Absorpční kleště

4.1 Úvod

Měření rušivého výkonu s použitím absorpčních kleští je metoda pro určení rušení emitovaného v rozsahu nad 30 MHz. Tato měřicí metoda představuje alternativní přístup k měření intenzity rušivého pole na OATS. Měřicí metoda absorpčními kleštěmi (ACMM) je popsána v kapitole 7 CISPR 16-2-2.

ACMM používá následující přístrojové vybavení:

- Sestavu absorpčních kleští;
- přídavné absorpční zařízení;
- zkušební stanoviště s absorpčními kleštěmi.

Na obrázku 1 je přehledově znázorněna měřicí metoda absorpčními kleštěmi včetně požadovaného přístrojového vybavení pro tuto metodu a i kalibrace a validace přístrojového vybavení. Požadavky pro přístrojové vybavení nezbytné pro ACMM jsou specifikovány v této kapitole. Podrobnosti kalibrační metody absorpčních kleští a validace dalších vlastností kleští a přídavného absorpčního zařízení jsou popsány v příloze B. Podrobnosti validace zkušebního stanoviště s absorpčními kleštěmi jsou popsány v příloze C. Absorpční kleště jsou vhodné pro měření rušení z určitých druhů zařízení v závislosti na konstrukci a velikosti. Pro každou kategorii zařízení se musí stanovit přesný měřicí postup a jeho použitelnost. Jestliže samotné EUT (bez přívodů) má rozměry blížíící se $\frac{1}{4}$ vlnové délky, může se vyskytnout přímé vyzařování skříní. Rušivá schopnost přístroje majícího jako jediné vedení napájecí přívod se může vzít jako výkon, který by přístroj mohl vysílat do svého napájecího přívodu, který se chová jako vysílací anténa. Tento výkon je téměř roven výkonu dodávanému přístrojem do vhodného absorpčního zařízení umístěného kolem vedení v místě, kde je absorbovaný výkon maximální. Přímé vyzařování z přístroje se nebere v úvahu. Přístroj, který má externí vedení ještě jiná, než napájecí přívod, může vyzařovat rušení z takových vedení, a» stíněných nebo nestíněných, stejným způsobem, jako z napájecího přívodu. Měření s absorpčními kleštěmi se může na těchto typech vedení provádět také.

Použití ACMM je podrobněji uvedeno v 7.9 CISPR 16-2-2.

4.2 Sestava absorpčních kleští

4.2.1 Popis sestavy absorpčních kleští

Konstrukce absorpčních kleští s typickými příklady je uvedena v příloze A.

Sestava absorpčních kleští obsahuje následujících pět částí:

- širokopásmový vysokofrekvenční proudový transformátor;
- širokopásmový vysokofrekvenční absorbér výkonu a impedanční stabilizátor pro měřené vedení;
- absorpční rukáv nebo soubor feritových kroužků pro omezení vysokofrekvenčního proudu na povrchu koaxiálního kabelu z proudového transformátoru do měřicího přijímače;
- útlumový člen 6 dB mezi výstupem absorpčních kleští a koaxiálním kabelem spojujícím měřicí

přijímač;

- koaxiální kabel pro připojení přijímače.

Referenční bod kleští (CRP) označuje podélně pozici přední části proudového transformátoru v kleštích. Tento referenční bod se používá pro definování pozice kleští při měření. CRP musí být označen zevně na skříni absorpčních kleští.

4.2.2 Činitel kleští a útlum stanoviště kleští

Skutečné měření EUT s použitím metody ACMM je schematicky naznačeno na obrázku 2. Podrobnosti týkající se ACMM jsou uvedeny v kapitole 7 CISPR 16-2-2.

Měření rušivého výkonu je založeno na měření nesymetrického proudu generovaného EUT, který se měří na vstupu absorpčních kleští s použitím proudové sondy. Absorpční ferity kleští okolo zkoušeného vedení oddělují proudový transformátor od rušení v napájecí síti. Maximální proud se najde pohybováním absorpčních kleští podél napnutého vedení, které funguje jako napájecí vedení. Napájecí vedení transformuje vstupní impedanci absorpčních kleští na výstup EUT. V místě optimálního posunutí může být měřen maximální rušivý proud v proudové sondě nebo maximální rušivé napětí na vstupu přijímače.

Strana 10

Za této situace je skutečný činitel absorpčních kleští CF_{act} svázán s výstupním signálem absorpčních kleští V_{rec} , takže hodnota, kterou chceme zjistit, tj. rušivý výkon EUT P_{eut} je dán:

$$P_{eut} = CF_{act} + V_{rec} \quad (1)$$

kde

P_{eut} = rušivý výkon EUT v dB pW;

V_{rec} = měřené napětí v dB mV;

CF_{act} = skutečný činitel absorpčních kleští v dB pW/mV.

Za ideálního stavu se přijímaná úroveň výkonu P_{rec} v dB pW na vstupu přijímače vypočítá podle vzorce:

$$P_{rec} = V_{rec} - 10 \cdot \log(Z_i) = V_{rec} - 17 \quad (2)$$

kde

Z_i = 50 W, je vstupní impedance měřicího přijímače,

V_{rec} = změřená úroveň napětí v dB mV.

S použitím vzorců (1) a (2) lze odvodit následující vztah mezi rušivým výkonem P_{eut} emitovaným EUT a rušivým výkonem P_{rec} přijímaným přijímačem:

$$P_{eut} = P_{rec} = CF_{act} + 17 \quad (3)$$

Tímto ideálním vztahem mezi rušivým výkonem EUT a výkonem přijímaným měřicím přijímačem je definovaný skutečný útlum stanoviště absorpčních kleští A_{act} (v dB):

$$A_{act} \stackrel{0}{=} P_{eut} - P_{rec} = CF_{act} + 17 \quad (4)$$

Tento skutečný útlum stanoviště absorpčních kleští závisí na třech vlastnostech:

- na charakteristikách odezvy kleští,
- na vlastnostech stanoviště a
- na vlastnostech EUT.

4.2.3 Oddělovací funkce absorpčních kleští

Zatímco proudový transformátor absorpčních kleští slouží k měření rušivého výkonu, útlum způsobený ferity kolem zkoušeného vedení představuje nesymetrickou impedanci a slouží k oddělení proudového transformátoru od vzdáleného konce zkoušeného vedení. Toto oddělení snižuje vliv rušení připojené sítě a impedance vzdáleného konce a jejich vliv na měřený proud. Tento oddělovací útlum se nazývá činitel oddělení (*DF*).

Absorpční kleště však potřebují ještě jedno oddělení. Tato druhá oddělovací funkce spočívá v oddělení proudového transformátoru od nesymetrické (common mode) impedance kabelu přijímače. Toto oddělení se dosáhne pomocí absorpční sekce feritových kroužků na kabelu od proudového transformátoru k měřicímu přijímači. Tento oddělovací útlum se nazývá činitel oddělení k měřicímu přijímači (*DR*).

4.2.4 Požadavky pro sestavu absorpčních kleští (ACA)

Absorpční kleště použité pro měření rušivého výkonu musí splňovat následující požadavky:

- a) Skutečný činitel kleští (CF_{act}) sestavy absorpčních kleští dle definice ve 4.2.1 se musí stanovit podle normativních metod popsanych v příloze B. Nejistotu činitele kleští je nutné určit podle požadavků uvedených v příloze B.
- b) Činitel oddělení (*DF*) širokopásmového vysokofrekvenčního absorbéru a impedančního stabilizátoru pro zkoušené vedení se musí verifikovat podle měřicí procedury popsané v příloze B. Činitel oddělení musí dosahovat alespoň 21 dB pro celý kmitočtový rozsah.
- c) Oddělovací funkce od proudového transformátoru k měřicímu výstupu (*DR*) absorpčních kleští se musí určit podle měřicí procedury popsané v příloze B. Činitel oddělení k měřicímu přijímači musí být alespoň 30 dB v celém kmitočtovém rozsahu. Těchto 30 dB obsahuje oddělení 20,5 dB od absorpčních kleští a 9,5 dB od vazební/oddělovací sítě (CDN).
- d) Délka skříně absorpčních kleští musí být 600 mm \pm 40 mm.
- e) Přímo na výstup kleští musí být připojen útlumový člen 50 W o hodnotě alespoň 6 dB.

Účelem kalibrace kleští je stanovení činitele kleští CF v situaci, která je co nejvíce podobná skutečnému použití při měření s EUT. V 4.2.2 je však uvedeno, že činitel kleští je závislý na EUT, vlastnostech kleští a vlastnostech stanoviště. Z normalizačních důvodů (reprodukovatelnost) musí proto kalibrační metoda používat zkušební stanoviště se specifikovanými a reprodukovatelnými vlastnostmi, rovněž tak se musí použít signální generátor a přijímač s reprodukovatelným chováním. Za takových podmínek jsou absorpční kleště jedinou zbývající proměnnou veličinou.

Níže jsou uvedeny tři kalibrační metody pro absorpční kleště, každá má své výhody, nevýhody a použití (viz tabulku 1). Na obrázku 3 je schematický přehled těchto tří možných metod.

V zásadě obsahuje každá kalibrační metoda následující dva kroky.

Za prvé, jako referenční, se přijímačem měří výstupní výkon P_{gen} vysokofrekvenčního generátoru (s 50 W výstupní impedancí) přímo přes 10 dB útlumový člen (obrázek 3a). Za druhé, měří se rušivý výkon stejného generátoru s 10 dB útlumovým členem přes kleště a použije se jedna ze tří následujících možných metod.

a) Originální metoda

Originální metoda kalibrace absorpčních kleští používá referenčního stanoviště obsahujícího velkou vertikální referenční rovinu (obrázek 3b). Definováním této metody se získává CF přímo, protože toto je originální kalibrační metoda použitá pro stanovení mezí a proto se považuje za referenční. Zkoušené vedení se připojí ke střednímu vodiči průchodkového konektoru ve vertikální referenční rovině. Na zadní stěně této vertikální roviny je průchodkový konektor připojen ke generátoru. Pro toto kalibrační uspořádání se měří P_{orig} při posouvání kleští podél zkoušeného vedení podle postupu popsaného v příloze B tak, aby se získala maximální hodnota pro každý měřicí kmitočet. Minimální útlum stanoviště A_{orig} a činitel absorpčních kleští CF_{orig} se zjistí z následujících vzorců:

$$A_{orig} = P_{gen} - P_{orig} \quad (5)$$

a

$$CF_{orig} = A_{orig} - 17 \quad (6)$$

Minimální útlum stanoviště A_{orig} je v rozmezí přibližně 13 dB až 22 dB.

b) Kalibrační metoda s přípravkem („jig“ kalibrační metoda)

Kalibrační metoda s přípravkem používá přípravek, který lze upravit podle délky kalibrovaných absorpčních kleští, dále pak přídavné absorpční zařízení (SAD). Tento přípravek slouží jako referenční konstrukce pro absorpční kleště (viz obrázek 3c). Při tomto kalibračním uspořádání se P_{jig} měří jako funkce kmitočtu, přičemž kleště jsou v neměnné poloze v přípravku. Útlum stanoviště A_{jig} a činitel absorpčních kleští CF_{jig} se zjistí z následujících vzorců:

$$A_{jig} = P_{gen} - P_{jig} \quad (7)$$

a

$$CF = A_{jig} - 17 \quad (8)$$

c) Kalibrační metoda s referenčním zařízením

Kalibrační metoda s referenčním zařízením používá referenční stanoviště (bez vertikální referenční roviny) a referenční zařízení, které se napájí zkoušeným vedením, které je v tomto případě koaxiální (viz obrázek 3d).

V této konfiguraci kalibrace se měří P_{ref} při posouvání absorpčních kleští podél zkoušeného vedení dle postupu popsaného v příloze A tak, aby se získala pro každý kmitočet maximální hodnota. Minimální útlum stanoviště A_{ref} a činitel absorpčních kleští CF_{ref} se zjistí z následujících vzorců:

$$A_{\text{ref}} = P_{\text{gen}} - P_{\text{ref}} \quad (9)$$

a

$$CF_{\text{ref}} = A_{\text{ref}} - 17 \quad (10)$$

V příloze B jsou tyto tři možné kalibrační metody pro absorpční kleště popsány podrobněji. Přehled je rovněž uveden na obrázku 1. Tento obrázek také ukazuje vztah mezi měřicí metodou s použitím kleští a kalibračními metodami kleští a roli referenčního stanoviště.

POZNÁMKA Kalibrace zahrnuje kleště, útlumový člen a kabel. Musí se provést dohromady.

Strana 12

Činitelé absorpčních kleští získaní pomocí metody s přípravkem a metody s referenčním zařízením (CF_{jig} , CF_{ref}) se nutně liší od činitele absorpčních kleští CF_{orig} získaného pomocí originální metody. Systematický vztah mezi těmito různými činiteli kleští je nutné stanovit následovně:

Přenosová funkce přípravku JTF se vypočítá

$$JTF = CF_{\text{jig}} - CF_{\text{orig}} \quad (11)$$

JTF v dB musí stanovit pro každý typ absorpčních kleští výrobce. Výrobce nebo některá pověřená akreditovaná laboratoř musí stanovit JTF zprůměrováním výsledků alespoň pěti opakovaných kalibrací pěti zařízení z výrobní série. Obdobně, referenční přenosová funkce RTF se stanoví

$$RTF = CF_{\text{ref}} - CF_{\text{orig}} \quad (12)$$

Opět platí, že RTF v dB musí stanovit pro každý typ absorpčních kleští výrobce. Výrobce nebo některá pověřená akreditovaná laboratoř musí stanovit RTF zprůměrováním výsledků alespoň pěti opakovaných kalibrací pěti zařízení z výrobní série.

Shrnuto, originální kalibrační metoda poskytne přímo hodnotu CF_{orig} . Metoda s přípravkem a referenční metoda dají CF_{jig} respektive CF_{ref} , ze kterých se originální činitel absorpčních kleští může vypočítat podle vzorců (11) a (12).

4.4 Přídavné absorpční zařízení

Aby se snížila nejistota měření, se musí k absorpční části kleští ještě přímo za absorpčními kleštěmi zařadit navíc přídavné absorpční zařízení (SAD). Účelem tohoto SAD je další zvýšení útlumu, který již poskytla oddělovací funkce absorpčních kleští. SAD se musí při kalibraci a měření posunovat shodně s absorpčními kleštěmi. Proto SAD potřebuje kola, aby se zajistilo přesunování. Rozměry SAD musí být takové, aby bylo zkoušené vedení ve stejné výšce, jako v absorpčních kleštích.

Činitel oddělení SAD se musí verifikovat podle měřicí procedury popsané v příloze B. Činitel oddělení SAD se měří spolu s absorpčními kleštěmi.

POZNÁMKA Nové technologie umožňují, aby dodatečné funkce SAD byly integrovány do absorpčních kleští. Z toho vyplývá, že pokud absorpční kleště samy splňují požadavky pro činitele oddělení, SAD se již nemusí použít.

4.5 Zkušební stanoviště s absorpčními kleštěmi (ACTS)

4.5.1 Popis ACTS

Zkušební stanoviště s absorpčními kleštěmi (ACTS) je stanoviště použité pro aplikaci měřicí metody absorpčními kleštěmi (ACMM). ACTS může být buď venkovní, nebo vnitřní a zahrnuje následující části (viz přílohu C, obrázek C.1):

- stůl pro EUT, který nese jednotku EUT;
- posuvnou dráhu kleští, která nese vedení připojené k EUT (nebo zkoušené vedení, LUT) a absorpční kleště;
- zavěšení pro kabel od absorpčních kleští k přijímači;
- pomocné prostředky, jako je lanko pro pohyb absorpčních kleští.

Výše uvedené prvky ACTS (bez stolu EUT) se musí proměřit při validační proceduře ACTS.

Bližší konec posuvné dráhy kleští (na straně EUT) se označuje jako referenční bod posuvu (SRP, viz obrázek C.1). Tento bod (SRP) se použije pro definování vodorovné vzdálenosti k CRP kleští.

4.5.2 Funkce ACTS

ACTS má následující funkce:

- a) Fyzickou funkci: je nosným prostředkem pro EUT a LUT.
- b) Elektrickou funkci: poskytuje ideální stanoviště (z vysokofrekvenčního hlediska) pro EUT a sestavu kleští a poskytuje dobře definované měřicí prostředí pro použití absorpčních kleští (emise nejsou zkresleny stěnami nebo podpěrnými prvky jako je stůl EUT, posuvná dráha kleští, závěs pro kabel a lanko).

Strana 13

4.5.3 Požadavky na ACTS

Pro ACTS platí následující požadavky:

- a) Délka posuvné dráhy absorpčních kleští musí umožnit, aby se absorpční kleště mohly posunovat v rozsahu vzdáleností do 5 m. To znamená, že délka posuvné dráhy musí být 6 m.

POZNÁMKA Z důvodu opakovatelnosti je zvolena délka posuvné dráhy kleští alespoň 6 m a délka posuvu alespoň 5 m. Délka posuvné dráhy kleští je stanovena součtem délky posuvu (5 m), rezervy vzdálenosti mezi SRP a CRP (0,15 m) a délky absorpčních kleští (0,64 m) a plus rezerva pro umístění armatur vedení na konci (0,1 m). To dává celkovou délku posuvné dráhy kleští 6 m.

- b) Výška posuvné dráhy kleští musí být $0,8 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$. Z toho vyplývá, že uvnitř absorpčních kleští a uvnitř SAD bude výška položení LUT nad referenční rovinou stanoviště o několik centimetrů větší.
- c) Materiál stolu pro EUT a posuvné dráhy kleští musí být neodrazivý, nevodivý a dielektrické vlastnosti se musí blížit dielektrickým vlastnostem vzduchu. Takto bude stůl pro umístění EUT z elektromagnetického hlediska prostupný.
- d) Materiál lanka použitého pro posun kleští po posuvné dráze kleští musí být rovněž z

elektromagnetického hlediska prostupný.

POZNÁMKA Vlivy materiálu stolu EUT a posuvné dráhy kleští mohou být významné pro kmitočty nad 300 MHz.

- e) Vhodnost stanoviště (viz elektrickou funkci ACTS) se validuje porovnáním činitele kleští ACTS měřeného na místě ($CF_{in-situ}$) s činitelem kleští (CF_{orig}), který je změřený na referenčním stanovišti s absorpčními kleštěmi (ACRS) podle originální kalibrační metody (viz přílohu C). Absolutní rozdíl mezi oběma činiteli kleští musí vyhovovat následující podmínce:

$$D_{ACTS} = |CF_{orig} - CF_{in-situ}| \quad (13)$$

musí být

<2,5 dB	mezi 30 MHz až 150 MHz,
2,5 dB až 2 dB	mezi 150 MHz až 300 MHz, klesající,
<2 dB	mezi 300 MHz až 1 000 MHz.

Validační postup je podrobněji popsán v následujícím článku.

4.5.4 Validační metody pro ACTS

Charakteristiky ACTS se validují následovně:

- Fyzické požadavky 4.5.3a) a 4.5.3b) lze validovat inspekčně, kontrolou.
- Elektrické funkce ACTS (požadavek 4.5.3e) se musí validovat porovnáním činitele kalibrovaných kleští CF s činitelem kleští $CF_{in-situ}$ změřeným na místě, v souladu s originální kalibrační metodou (viz přílohu C).

Výzkumy ukázaly, že OATS nebo SAR validované pro vzdálenost 10 m pro emise šířené zářením lze vzít jako ideální místo pro realizaci ACMM. Proto bylo validované 10 m OATS nebo SAR přijato jako referenční stanoviště pro elektrickou validaci ACTS. Z toho vyplývá, že jestliže se 10 m OATS nebo SAR použije jako zkušební stanoviště s absorpčními kleštěmi, elektrickou funkci tohoto stanoviště již není třeba validovat.

Postup validace elektrické funkce zkušebního stanoviště s absorpčními kleštěmi je podrobně popsán v příloze C.

4.6 Postupy pro ověření jakosti¹ přístrojového vybavení absorpčních kleští

4.6.1 Přehled

Vlastnosti absorpčních kleští a přídavného absorpčního zařízení se mohou s časem měnit, vlivem používání, stárnutí a poruch. Podobně se mohou změnit vlastnosti ACTS z důvodu změn konstrukce nebo stárnutí.

Kalibrace s přípravkem a kalibrační metoda s referenčním zařízením se mohou používat běžně při procesech ověření jakosti za předpokladu, že činitel kleští z kalibrace s přípravkem a činitel kleští z kalibrace s referenčním zařízením jsou již známé.

¹ NÁRODNÍ POZNÁMKA V originále je použit název „Quality assurance procedures for the absorbing clamp instrumentation“. Jde o posouzení, zda vlastnosti systému absorpčních kleští vyhovují svojí kvalitou zadaným parametrům.

4.6.2 Kontrola jakosti ACTS

Jako referenční se mohou použít údaje o útlumu stanoviště A_{ref} ACTS určené v čase validace stanoviště.

Po určitém časovém období a po úpravách stanoviště se mohou měření útlumu stanoviště opakovat a výsledky porovnat s referenčními daty.

Výhoda této metody spočívá v tom, že všechny součásti ACMM jsou posouzeny najednou.

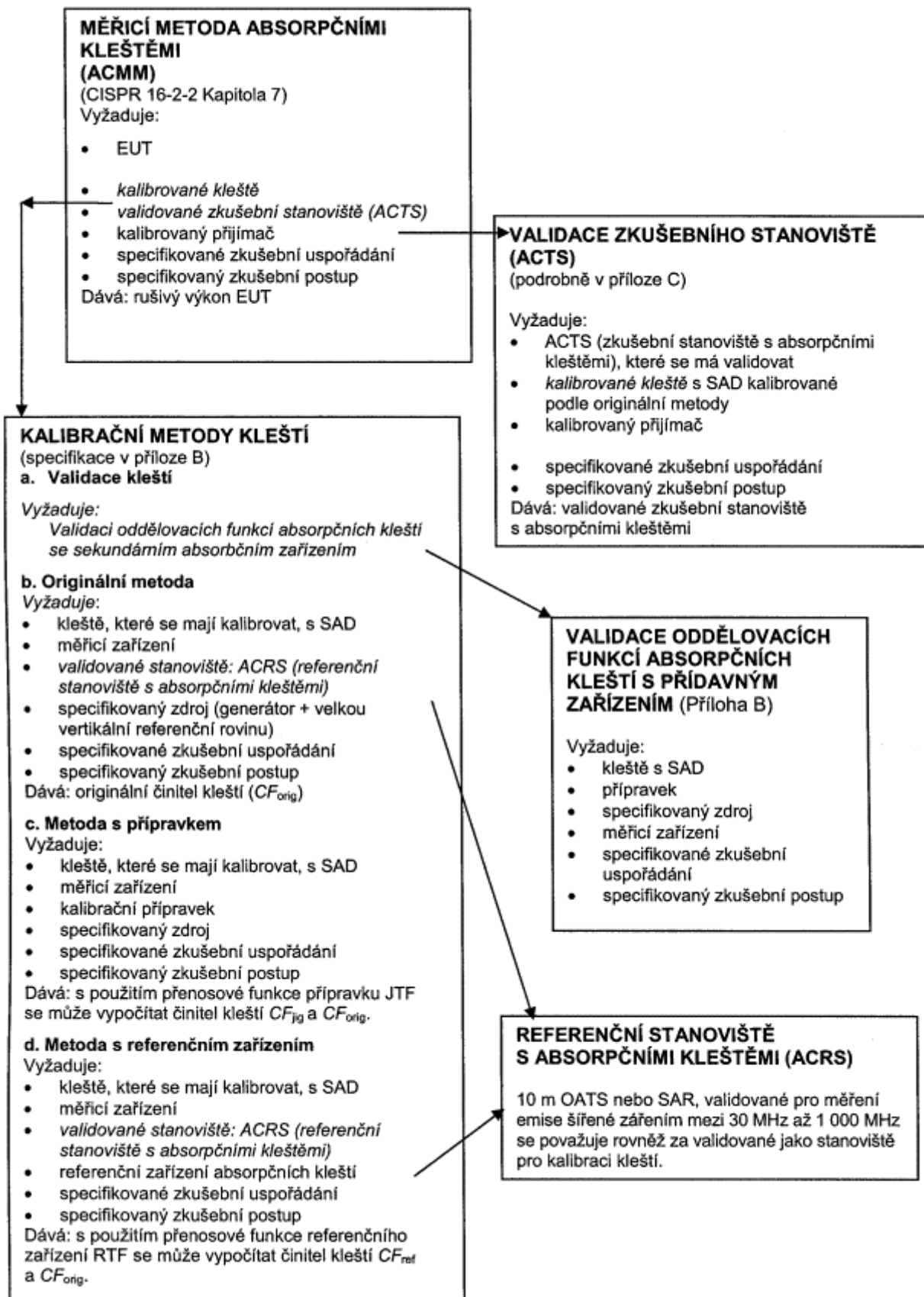
4.6.3 Kontrola jakosti absorpčních kleští

Jako referenční se mohou použít údaje o oddělovacích vlastnostech a vlastnostech činitele absorpčních kleští získané v čase validace kleští.

Po určitém časovém období nebo po změnách provedených ve stanovišti se vlastnosti mohou verifikovat znovu měřením oddělovacích činitelů a měřením činitele kleští s použitím metody s přípravkem (viz přílohu B).

4.6.4 Kritéria pro vyhovění/nevyhovění z hlediska jakosti

Kritéria pro vyhovění/nevyhovění z hlediska posouzení jakosti jsou spjata s nejistotou konkrétních měřených parametrů. Znamená to, že změna konkrétního parametru je přijatelná, jestliže je tato změna menší než jednonásobek nejistoty měření.



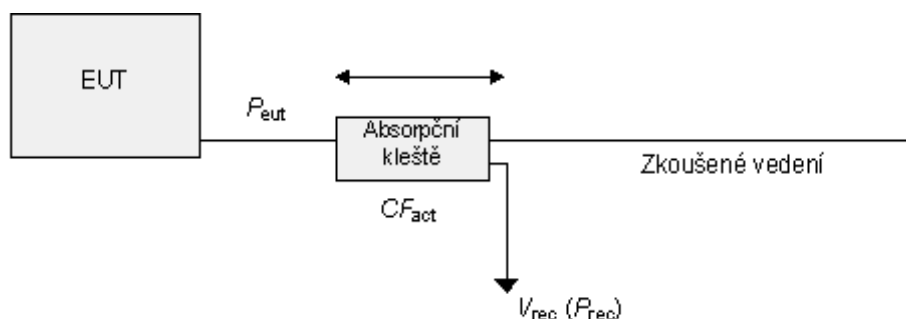
Obrázek 1 - Přehled měřících metod pro absorpční kleště a souvisejících kalibračních a validačních postupů

Tabulka 1 - Přehled charakteristik tří kalibračních metod kleští a jejich vztahy

Název kalibrační metody	Použité zkušební stanoviště	Použité EUT	Výhody (+), nevýhody (-) a poznámky (·)	Použití
Originální metoda	Referenční stanoviště s absorpčními kleštěmi	Velká vertikální referenční rovina a napájení generátorem za touto rovinou	<ul style="list-style-type: none"> · Kalibrační uspořádání je podobné skutečnému měření s velkým EUT - Manipulace s velkou referenční rovinou je pracná - Vyžaduje se referenční stanoviště (ACRS) + Definováním této metody se získává <i>CF</i> přímo, protože tato metoda je původní (originální) kalibrační metoda a proto se považuje za referenční 	Přímá kalibrace absorpčních kleští
Metoda s přípravkem	Přípravek pro kalibraci absorpčních kleští	Jedna ze svislých stěn přípravku a napájení generátorem za touto stěnou	<ul style="list-style-type: none"> - Kalibrační uspořádání se nepodobá skutečnému měření + Snadná manipulace + Nevyžaduje se referenční stanoviště (ACRS) + Dobrá reprodukovatelnost - Neposkytuje <i>CF</i> přímo; <i>CF</i> se vypočítá pomocí JTF 	Nepřímá kalibrace absorpčních kleští Kontrola jakosti kleští
Metoda s referenčním zařízením	Referenční stanoviště s absorpčními kleštěmi	Malé referenční zařízení napájené generátorem ze vzdálenější strany	<ul style="list-style-type: none"> · Kalibrační uspořádání je podobné skutečnému měření s velkým EUT + Snadná manipulace s referenčním zařízením - Vyžaduje se referenční stanoviště (ACRS) - Neposkytuje <i>CF</i> přímo; <i>CF</i> se vypočítá pomocí RTF 	Nepřímá kalibrace absorpčních kleští Validace ACTS Kontrola jakosti celého měřicího uspořádání kleští

POZNÁMKA ACRS je validované 10 m OATS nebo SAR.

Strana 17



Horizontální podlaha zkušební stanoviště s absorpčními kleštěmi

Legenda

P_{eut} rušivý výkon EUT v dB pW

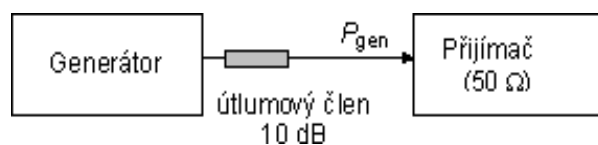
V_{rec} měřené napětí v dB mV

CF_{act} skutečný činitel absorpčních kleští v dB pW/mV

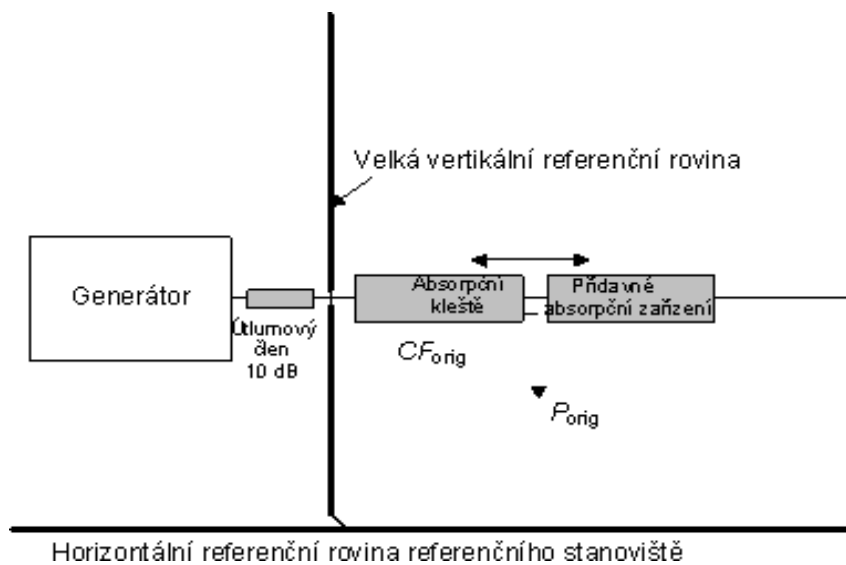
P_{rec} přijímaná úroveň výkonu v dB pW

Obrázek 2 - Schematický přehled zkušební metody s absorpčními kleštěmi

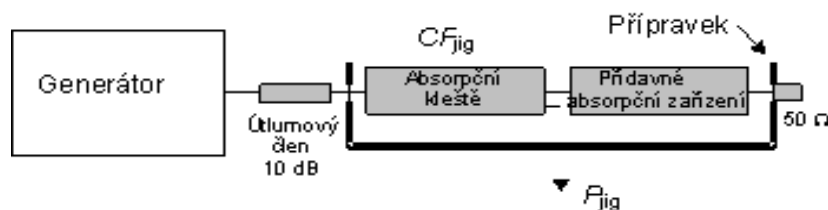
Strana 18



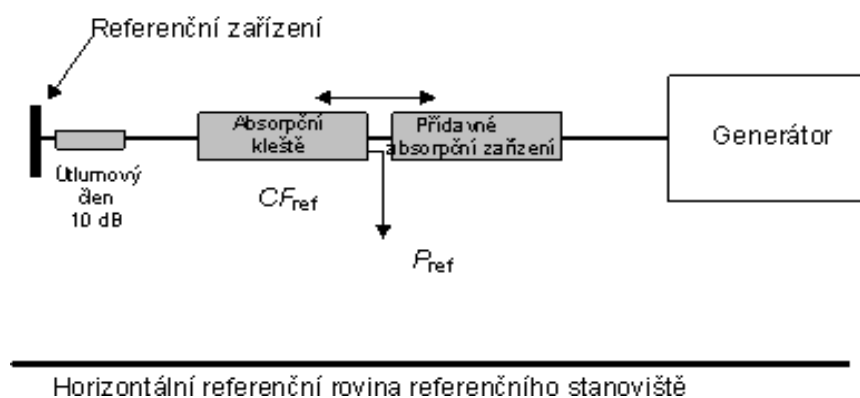
Obrázek 3a



Obrázek 3b



Obrázek 3c



Obrázek 3d

Legenda

- $CF_{orig}, CF_{jig}, CF_{ref}$ Činitelé absorpčních kleští
- $P_{orig}, P_{ref}, P_{jig}$ Měření P v závislosti na použité metodě validace
- P_{gen} Výstupní výkon generátoru a 10 dB útlumového členu

POZNÁMKA Obrázky 3b, 3c, a 3d odpovídají postupně třem metodám uvedeným v tabulce 1.

Obrázek 3 - Schematický přehled kalibračních metod kleští

Strana 19

Příloha A (informativní)

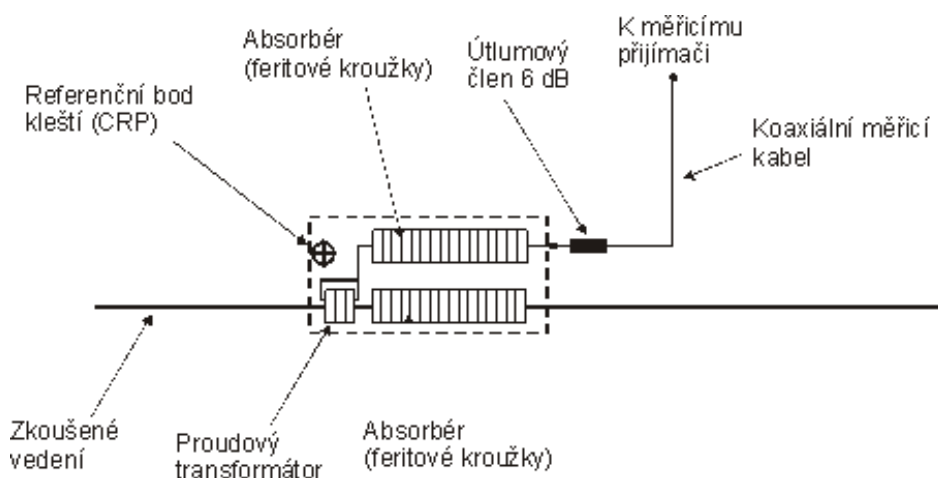
Konstrukce absorpčních kleští (článek 4.2)

A.1 Příklady konstrukce absorpčních kleští

Na obrázcích A.1 a A.2 jsou dva příklady základní sestavy absorpčních kleští. Tři hlavní části absorpčních kleští popsaných v 4.2 jsou: proudový transformátor C, absorbér výkonu a impedanční stabilizátor D a absorpční rukáv E. D se skládá z řady feritových kroužků nebo trubiček. Jádru transformátoru C se skládá ze dvou nebo tří kroužků stejného typu jako D. Sekundární vinutí proudového transformátoru se skládá z jednoho závitu miniaturního koaxiálního kabelu obepínajícího kroužky a zapojeného, jak je znázorněno na obrázku. Kabel prochází rukávem E ke koaxiálnímu konektoru na kleštích (možné přes útlumový člen 6 dB). C a D jsou namontovány těsně u sebe a souose, což umožňuje pohyb podél zkoušeného vedení B. Rukáv E se obvykle montuje z praktických důvodů podél absorbéru D. Jak D, tak E slouží k potlačení nesymetrických proudů ve vedeních, které jimi procházejí.

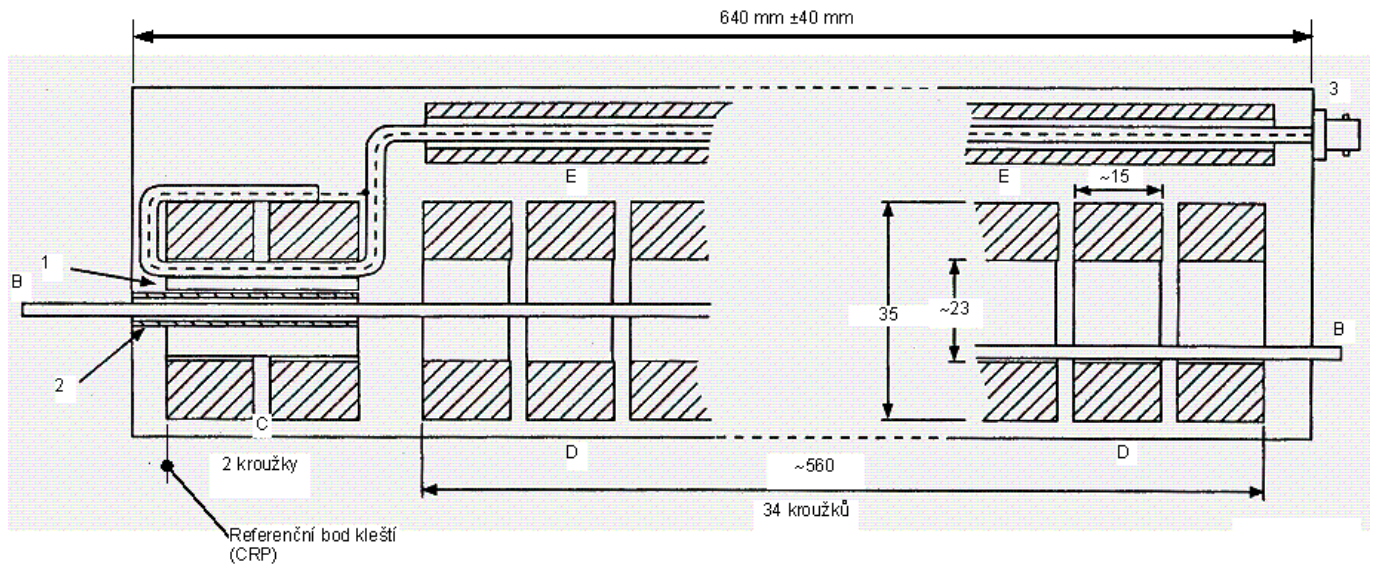
Příklad na obrázku A.2 ukazuje několik detailů pro dosažení lepších vlastností absorpčních kleští. Kovový válec (1), namontovaný uvnitř jádra transformátoru C, působí jako kapacitní stínění. Válec je rozdělen na dvě poloviny: Izolační trubka (2) slouží k vystředění vedení uvnitř transformátoru. Tato trubka sahá od vstupní strany transformátoru až k prvnímu kroužku absorbéru D a používá se při kalibraci a pro malé průměry vedení.

Absorpční kleště mohou být zhotoveny při použití vhodných feritových kroužků pro kmitočtový rozsah 30 MHz až 1 000 MHz.



POZNÁMKA Útlumový člen 6 dB a měřicí kabel jsou integrální částí sestavy absorpčních kleští.

Obrázek A.1 - Sestava absorpčních kleští a její části



Legenda

- B zkoušené vedení
- C proudový transformátor
- D absorpční sekce
- E absorpční sekce na kabelu od transformátoru
- 1 kovový válec skládající se ze dvou polovin
- 2 vystředovací trubka pro vedení B
- 3 koaxiální konektor (pro útlumový člen 6 dB)

Obrázek A.2 - Příklad konstrukce absorpčních kleští

Příloha B (normativní)

Metody kalibrace a validace absorpčních kleští a přídavného absorpčního zařízení (kapitola 4)

B.1 Úvod

V této kapitole jsou uvedeny podrobnosti týkající se různých kalibračních a validačních metod sestavy absorpčních kleští a přídavného absorpčního zařízení.

Metody kalibrace činitele absorpčních kleští (viz také 4.3) jsou uvedeny v B.2.

Metody validace činitelů oddělení *DF* a *DR* jsou uvedeny v B.3.

B.2 Kalibrační metody sestavy absorpčních kleští

Všechny tři metody zjišťují činitele sestavy absorpčních kleští (CF) včetně útlumového členu s útlumem alespoň 6 dB a kabelu k přijímači. Protože oddělení kleští není dokonalé, kleště vykazují interakci s kabelem. Typ a délka kabelu proto mohou ovlivnit výslednou nejistotu. Z toho důvodu se musí kalibrace provést včetně kabelu přijímače.

B.2.1 Originální kalibrační metoda

B.2.1.1 Kalibrační uspořádání a zařízení

Obrázek B.1 ukazuje kalibrační uspořádání. Kalibrační uspořádání musí být umístěno na ACRS, aby se zabránilo ovlivňování jeho nejbližšího okolí. Jestliže nemá ACRS kovovou zemní rovinu, vyžaduje se horizontální zemní rovina o typické velikosti 6 m × 2 m.

ACRS, které je validované pro tento kalibrační postup, je OATS nebo SAR pro měřicí vzdálenost 10 m, které splňuje požadavky na NSA (normalizovaný útlum stanoviště) CISPR.

Kalibrační uspořádání se sestává z následujících součástí:

- Posuvné dráhy absorpčních kleští asi 6 m dlouhé zkonstruované z neodrazivého materiálu, aby se zajistilo, že zkoušené vedení je ve výšce 0,8 m ± 0,05 m nad zemí. Znamená to, že výška LUT v absorpčních kleštích a v SAD nad referenční zemní rovinou bude o několik centimetrů výše;
- vertikální zemní roviny větší než 2,0 m × 2,0 m, spojené s kovovou zemní rovinou a s konektorem typu N namontovaným v její vertikální ose symetrie ve výšce 0,87 m. Tato vertikální zemní rovina je umístěna blízko přední části posuvné dráhy kleští, která se nazývá referenční bod posuvu (SRP);
- izolovaného vedení pro zkušební účely, o délce 7,0 m ± 0,05 m zhotoveného z vedení o průměru 4 mm nezapočítávaje izolaci, jehož jeden konec je připojen (například pájením) k panelovému (montážnímu) konektoru. Druhý konec vedení je připojen k vodiči a neutrále CDN typu M (viz CISPR 16-1-2, obrázek C.2), která je připojena ke kovové (horizontální) zemní rovině; měřicí výstup CDN je zakončen 50 W (**z bezpečnostních důvodů není CDN připojena k napájecí síti!**). Tato CDN poskytuje požadovanou stabilní nesymetrickou impedanci na vzdáleném konci zkoušeného vedení v kmitočtovém rozsahu 40 MHz až 50 MHz;
- vhodného nekovového kleškového přípravku na druhém konci posuvné dráhy, kterým se mírně napíná zkoušené vedení;
- přídavného absorpčního zařízení (SAD) umístěného na posuvné dráze ve vzdálenosti 50 mm od kalibrovaných kleští. Přídavné absorpční zařízení může být tvořeno (posuvnými, zavěšenými) feritovými kleštěmi, jejichž činitel oddělení *DF* je rovný nebo větší než činitel definovaný v kapitole 4;
- zářky z elektromagneticky prostupného materiálu umístěné v blízkosti vertikální zemní roviny, aby se zajistilo, že CRP není nikdy blíže než 150 mm od vertikální zemní roviny.

Pro měření výstupu z generátoru a z výstupu kleští se použije přijímač nebo obvodový analyzátor. Úroveň měřeného signálu musí být o 40 dB vyšší, než jsou úrovně signálů pozadí měřené na výstupu absorpčních kleští při vypnutém generátoru. Nelinearita měřicího systému musí být menší než 0,1 dB.

Jako referenční měření se připojí výstup sledovacího generátoru (tracking generator) přijímače nebo obvodového analyzátoru (NA) koaxiálním kabelem přes útlumový člen 10 dB ke vstupu NA.

B.2.1.2 Postup kalibrace

Na vnější stranu zkoušených absorpčních kleští se namontuje nekovové vodítko zkoušeného vedení, aby vedení procházelo středem proudového transformátoru (obrázek B.2).

Obojí kleště - zkoušené kleště a přídatné absorpční zařízení (SAD) - se umístí na posuvnou dráhu podle znázornění na obrázku B.1. Proudový transformátor zkoušených kleští se umístí na jejich straně k vertikální zemní rovině. Přední hrana proudového transformátoru je referenčním bodem kleští (CRP), což musí být označeno výrobcem. Kleště se umístí tak, aby vzdálenost mezi CRP a vertikální zemní rovinou byla 150 mm. Zkoušené vedení prochází oběma kleštěmi a mělo by být mírně napnuto pomocí vhodného nekovového kleškového přípravku na konci posuvné dráhy. Zkoušené vedení se před připojením k CDN nesmí dotýkat kovové zemní roviny.

Výstup NA se připojí k panelovému (montážnímu) konektoru koaxiálním kabelem přes útlumový člen 10 dB. Kabel absorpčních kleští pro přijímač se připojí ke vstupu NA.

Útlum stanoviště se měří alespoň do 60 MHz s kmitočtovým krokem 1 MHz, do 120 MHz s kmitočtovým krokem 2 MHz, do 300 MHz s kmitočtovým krokem 5 MHz a nad 300 MHz s kmitočtovým krokem 10 MHz.

Minimální útlum stanoviště se měří při současném pohybu obou kleští (absorpční kleště plus SAD) vhodnou rychlostí po posuvné dráze kleští. Kleště mohou být taženy nekovovým lankem. Rychlost, kterou se kleště posunují, musí umožnit, aby se útlum stanoviště na každém kmitočtu změřil v odstupech menších, než 10 mm.

Činitel CF_{orig} sestavy absorpčních kleští se vypočítá z útlumu stanoviště s použitím vzorce (5) uvedeného v 4.3.

B.2.2 Kalibrační metoda s přípravkem („jig“ kalibrační metoda)

B.2.2.1 Specifikace kalibračního přípravku („jig“)

Jak je popsáno v kapitole 4, pro kalibraci absorpčních kleští se může použít kalibrační přípravek. Tento přípravek se použije pro měření vložného útlumu absorpčních kleští spolu se SAD v 50 W měřicím systému. Je nutno upozornit, že charakteristická impedance prázdného přípravku není 50 W. Měření v přípravku umožňuje, aby se vložný útlum měřil izolovaně od prostředí. Specifikace rozměrů přípravku a uspořádání kleští vyplývá z obrázků B.3 až B.5.

B.2.2.2 Postup kalibrace

Na přední stranu zkoušených absorpčních kleští se namontuje nekovové vodítko zkoušeného vedení, aby vedení procházelo středem proudového transformátoru (obrázek B.2). Absorpční kleště se poté umístí do přípravku a referenční bod kleští (CRP) musí být 30 mm od svislého čela, viz obrázky B.3 a B.4. Stejná vzdálenost 30 mm platí pro vzdálenost konce SAD od druhého svislého čela. Zkoušené vedení se připojí ke zdírkám ve svislých čelech pomocí banánků.

Vložný útlum se měří pomocí obvodového analyzátoru (NA). Úrovně měřeného signálu musí být o 40 dB vyšší, než jsou úrovně signálů pozadí měřené na výstupu absorpčních kleští. Nelinearita měřicího systému musí být menší než 0,1 dB.

Pro kalibraci měřicího uspořádání se výstup NA připojí koaxiálním kabelem přes útlumový člen 10 dB ke vstupu NA.

Poté, co se zkalibruje měřicí uspořádání, se výstup NA připojí koaxiálním kabelem před 10 dB útlumový člen k panelovému (montážnímu) konektoru v té stěně přípravku, kde je situován CRP kleští. Panelový (montážní) konektor na opačné straně než je CRP, se zakončí 50 W. Výstup absorpčních kleští se připojí kabelem pro přijímač přes útlumový člen 6 dB ke vstupu NA.

Vložný útlum se měří alespoň do 60 MHz s kmitočtovým krokem 1 MHz, do 120 MHz s kmitočtovým krokem 2 MHz, do 300 MHz s kmitočtovým krokem 5 MHz a nad 300 MHz s kmitočtovým krokem 10 MHz.

Činitel kleští CF_{jig} se vypočítá z vložného útlumu s použitím vzorce (7). Výrobce musí stanovit alespoň činitel přenosu (přenosovou funkci přípravku JTF) dle definice v 4.3, vzorec (11), což umožní vypočítat CF_{orig} pro tento typ absorpčních kleští.

Strana 23

B.2.3 Kalibrační metoda s referenčním zařízením

B.2.3.1 Specifikace a použití referenčního zařízení a zkušebního stanoviště

Referenční zařízení musí být schopno prostřednictvím kapacitní vazby vybudit definovaný proud ve zkoušeném vedení nezávisle na jakémkoliv prostředí, napájecím napětí a měřicím zařízením. Toho se dosáhne, jestliže je referenční zařízení napájené vysokofrekvenčním napětím koaxiálním kabelem přes útlumový člen 10 dB. Referenční zařízení je zkonstruováno ze stejného materiálu, jako se zhotovují jednovrstvé tištěné spoje. Ve středu desky je koaxiální konektor namontovaný tak, že s měděnou fólií je spojený pouze střední kolík. Koaxiální konektor je připojený k útlumovému členu 10 dB (viz obrázek B.7). Pro připojení tohoto referenčního zařízení se musí použít dvojité stíněný kabel, aby se zajistilo, že nesymetrické proudy indukované ve zkoušeném vedení jsou způsobeny pouze referenčním zařízením a ne přímým průnikem z kabelu.

Referenční zařízení nahrazuje velkou vertikální zemní rovinu v originálním kalibračním postupu na ACRS. Kalibrační uspořádání je ukázáno na obrázku B.6. Stanoviště vhodné pro tuto kalibrační metodu je ACRS. ACRS, které je validované pro tento kalibrační postup je OATS nebo SAR pro měřicí vzdálenost 10 m, které splňuje požadavky CISPR na NSA (normalizovaný útlum stanoviště).

B.2.3.2 Postup kalibrace

Na vnější stranu zkoušených absorpčních kleští se namontuje nekovové vodítko zkoušeného vedení, aby vedení procházelo středem proudového transformátoru (obrázek B.2).

Obojí kleště - zkoušené kleště a druhé (ferritové) kleště (SAD) - se umístí na posuvnou dráhu podle znázornění na obrázku B.7. Proudový transformátor zkoušených kleští se umístí na jejich straně k referenčnímu zařízení, které je umístěné u SRP posuvné dráhy. Přední hrana proudového transformátoru je referenčním bodem kleští (CRP), což musí být výrobcem označeno na skříní kleští. Kleště se umístí tak, aby vzdálenost mezi CRP a referenčním zařízením byla 150 mm. Zkoušené vedení (koaxiální kabel z obvodového analyzátoru) prochází oběma kleštěmi a mělo by být mírně napnuto pomocí vhodného nekovového kleš»ového přípravku na obou stranách posuvné dráhy.

Koaxiální kabel (zkoušené vedení) s útlumovým členem 10 dB se připojí k výstupu NA. Kabel absorpčních kleští pro přijímač se připojí ke vstupu NA.

Útlum stanoviště se měří alespoň do 60 MHz s kmitočtovým krokem 1 MHz, do 120 MHz s

kmitočtovým krokem 2 MHz, do 300 MHz s kmitočtovým krokem 5 MHz a nad 300 MHz s kmitočtovým krokem 10 MHz.

Minimální útlum stanoviště se měří při současném pohybu obou kleští vhodnou rychlostí po posuvné dráze kleští od 150 mm do přibližně 4,5 m od referenčního zařízení. Kleště mohou být taženy nekovovým lankem. Rychlost, kterou se kleště posunují, musí umožnit, aby se útlum stanoviště na každém kmitočtu změnil v odstupech menších, než 10 mm.

Činitel CF sestavy absorpčních kleští se vypočítá z nejmenšího změřeného útlumu stanoviště s použitím vzorce (9) uvedeného v 4.3.

Výrobce musí stanovit alespoň činitel přenosu referenčního zařízení RTF (přenosovou funkci referenčního zařízení) s použitím 4.3, vzorce (12), což umožní vypočítat CF_{orig} pro tento typ absorpčních kleští.

B.2.4 Nejistota měření při kalibraci absorpčních kleští

Nejistota kalibrace se musí uvést v každém kalibračním protokolu. V protokolu se musí posoudit následující činitele nejistoty kalibrace:

- Originální kalibrační metoda:
 - Nejistota měřicího zařízení,
 - nepřizpůsobení mezi výstupem absorpčních kleští (s útlumovým členem 6 dB a kabelem přijímače) a měřicím zařízením,
 - opakovatelnost kalibrací, která zahrnuje faktory, jako je vystředění zkoušeného vedení v proudovém transformátoru a vedení kabelu přijímače k obvodovému analyzátoru.

Absorpční kleště musí splnit minimální požadavky pro činitele oddělení DF a DR .

- Kalibrační metoda s přípravkem („jig“ kalibrační metoda):
 - Nejistota činitele kleští CF ,
 - nejistota měřicího zařízení,

Strana 24

- nepřizpůsobení mezi výstupem absorpčních kleští (s útlumovým členem 6 dB a kabelem přijímače) a měřicím zařízením,
- opakovatelnost kalibrací, která zahrnuje faktory, jako je vystředění zkoušeného vedení v proudovém transformátoru.

Absorpční kleště musí splnit minimální požadavky pro činitele oddělení DF a DR .

- Kalibrační metoda s referenčním zařízením:
 - Nejistota činitele kleští CF ,
 - nejistota měřicího zařízení,

- nepřizpůsobení mezi výstupem absorpčních kleští (s útlumovým členem 6 dB a kabelem přijímače) a měřicím zařízením,
- opakovatelnost kalibrací, která zahrnuje faktory, jako je vystředění zkoušeného vedení v proudovém transformátoru a vedení kabelu přijímače k obvodomému analyzátoru.

Absorpční kleště musí splnit minimální požadavky pro činitele oddělení DF a DR .

Podrobná vodítka pro stanovení výčtu nejistot kalibrační metody kleští jsou uvedena v CISPR 16-4-2.

B.3 Metody validace oddělovacích funkcí

B.3.1 Činitel oddělení DF absorpčních kleští s přídavným absorpčním zařízením

Měřicí metoda činitele oddělení pro absorpční kleště s přídavným absorpčním zařízením je požadavkem pro výrobce kleští a volitelnou možností pro účely posuzování jakosti.

Činitel oddělení DF se měří s pomocí kalibračního přípravku (viz obrázky B.3, B.4 a B.5). Při měření činitele oddělení DF se použije měřicí systém 50 W jak pro referenční měření, tak pro měření zkoušeného zařízení. Vztažení k prázdnému přípravku by poskytlo nereálné hodnoty měření, protože impedance přípravku se při vložení kleští do něj mění. Pozor, prázdný přípravek není 50 W systém!

Postup pro měření činitele oddělení DF je následující: Obrázek B.8 ukazuje dva kroky měření, které jsou nezbytné při použití spektrálního analyzátoru. Nejdřív se provede referenční měření. Výstup generátoru se měří za dvěma útlumovými články 10 dB. Poté se měří výstup P_{ref} . Jako další krok se absorpční kleště s SAD umístí tak, jak je popsáno v B.2.2.2. Na obou stranách přípravku se připojí útlumový člen 10 dB. Vzdálenost mezi svislou stěnou přípravku a referenčním bodem zkoušeného zařízení (CRP v případě kleští) a koncem kleští musí být 30 mm. Poté se změří výstup P_{fil} . Činitel oddělení DF se vypočítá:

$$DF = P_{ref} - P_{fil} \quad (B.1)$$

Činitel oddělení absorpčních kleští se SAD musí být nejméně 21 dB v celém zkoumaném kmitočtovém pásmu.

POZNÁMKA Pro informaci, DF samostatně měřeného SAD by měl být asi 15 dB.

Toto měření se může provést také obvodomým analyzátozem (NA). V takovém případě se mohou vypustit útlumové členy, pokud se kalibrace NA provedla na rozhraních, která jsou připojena k přípravku.

B.3.2 Činitel oddělení DR absorpčních kleští

Činitel oddělení DR se měří pomocí kalibračního přípravku kleští (viz obrázky B.3, B.4 a B.5) a je to požadavek pro výrobce kleští a volitelnou možností pro účely posuzování jakosti.

Postup při měření činitele oddělení DR je následující (viz obrázky B.8 a B.9). Při měření nesymetrického napětí na koaxiálním kabelu z proudového transformátoru se absorpční kleště bez SAD umístí do přípravku, jak je popsáno v B.2.2.2. Měřicí výstup se spojí s CDN typu A (viz CISPR 16-1-2, obrázek C.1) krátkým koaxiálním kabelem. CDN se umístí na kovovou zemní rovinu. Připojení přípravku na druhé straně, než je CRP kleští, se musí zakončit zátěží 50 W.

Na obrázku B.8 je jako krok 1 zobrazeno referenční měření, které je nezbytné, použije-li se spektrální

analyzátor. Výstup generátoru se měří za dvěma útlumovými články 10 dB. Poté se měří výstup P_{ref} .

V následujícím kroku se absorpční kleště zapojí podle obrázku B.9. Generátor se připojí k přípravku (na straně, která je blíže k CRP kleští) přes útlumový člen 10 dB. Druhá strana přípravku se zakončí zátěží 50 W.

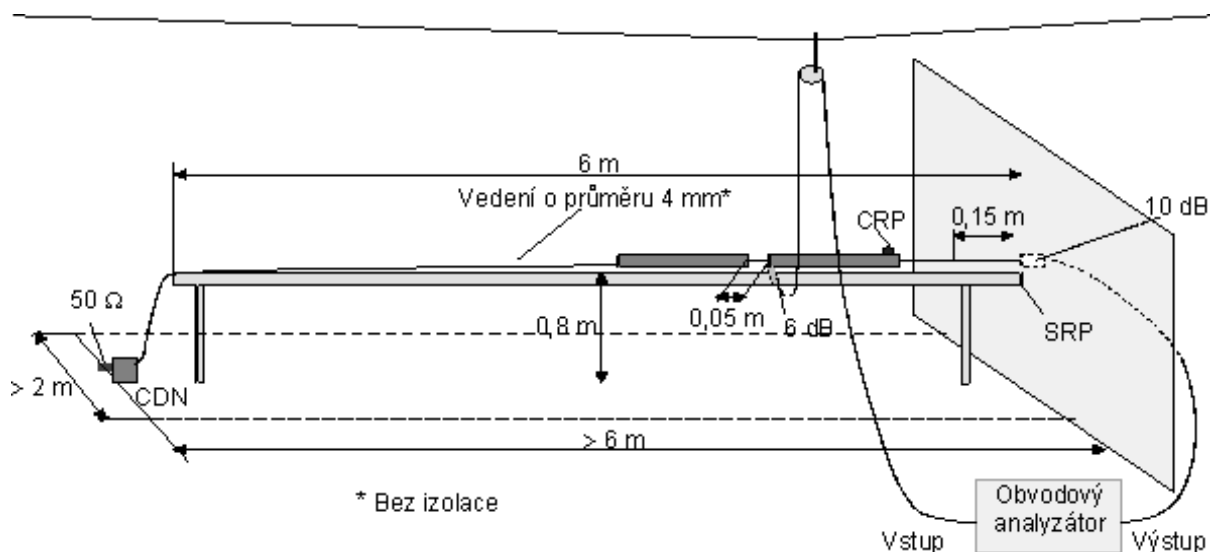
Strana 25

Výstup kleští se připojí k CDN. Měřicí výstup CDN se připojí k přijímači přes útlumový člen 10 dB. Výstup CDN se zakončí 50 W. Poté se měří výstup P_{fil} . Činitel oddělení DR se vypočítá:

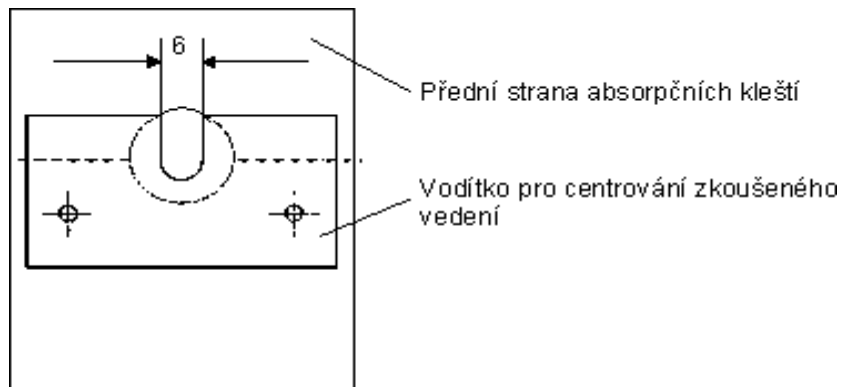
$$DR = P_{ref} - P_{fil} \quad (B.2)$$

Činitel oddělení absorpčních kleští musí být nejméně 30 dB v celém zkoumaném kmitočtovém pásmu. Těchto 30 dB obsahuje útlum 20,5 dB z absorpčních kleští a 9,5 dB z CDN.

Toto měření se může provést také obvodovým analyzátozem (NA). V takovém případě se mohou vypustit útlumové členy, pokud se kalibrace NA provedla na rozhraních, která jsou připojena k přípravku a CDN.



Obrázek B.1 - Originální kalibrační stanoviště

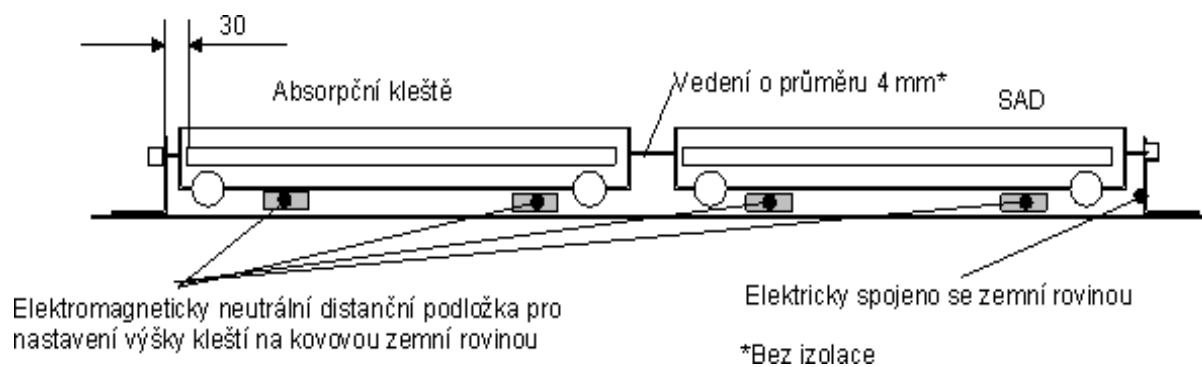


Rozměry jsou v mm

Použije-li se pro referenční zařízení koaxiální kabel, musí se štěrba upravit podle průměru koaxiálního kabelu.

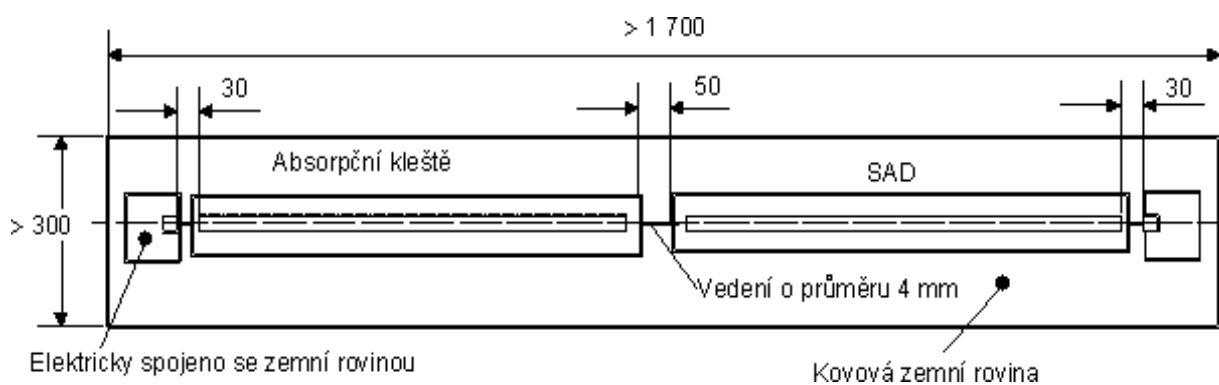
Obrázek B.2 - Umístění vodítka pro centrování zkoušeného vedení

Strana 26



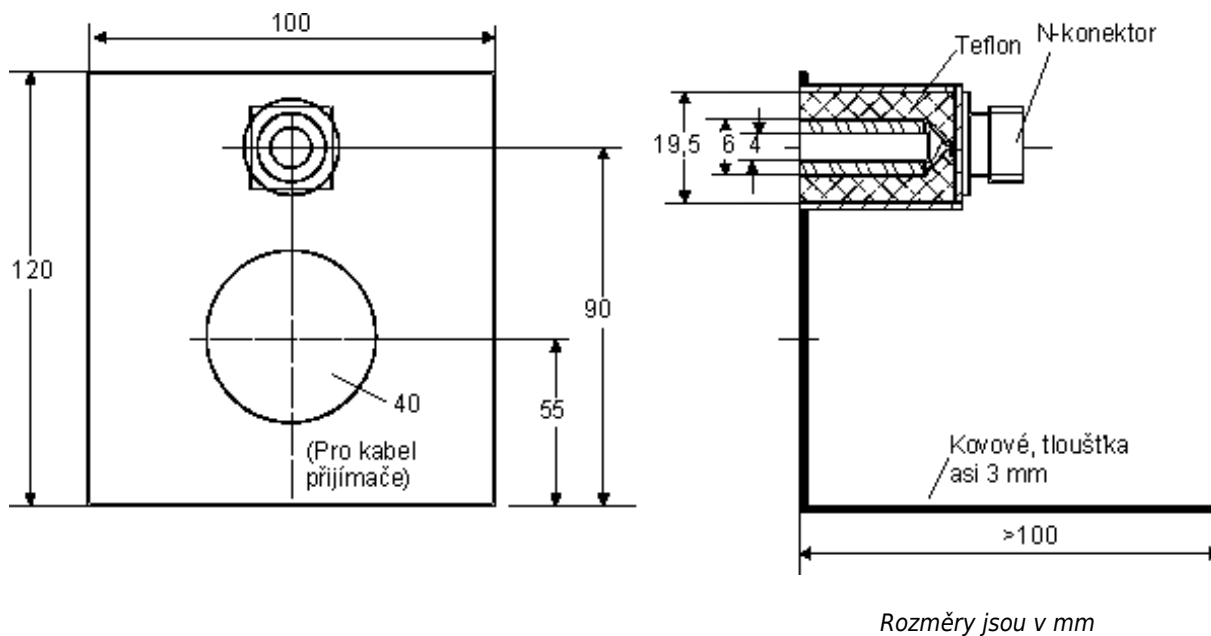
Rozměry jsou v mm

Obrázek B.3 - Boční pohled na kalibrační přípravek



Rozměry jsou v mm

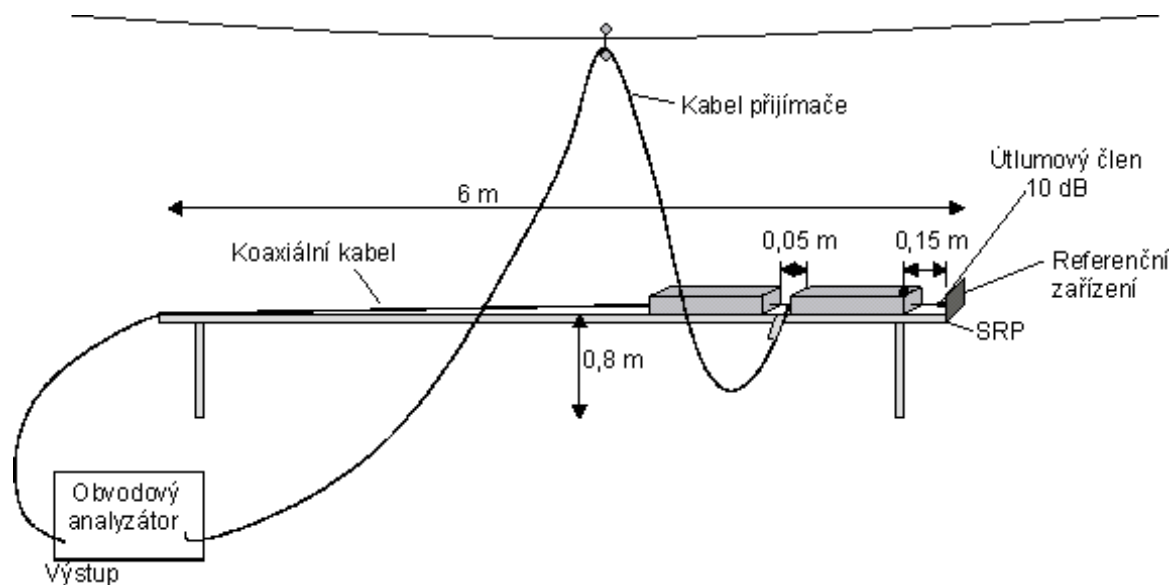
Obrázek B.4 - Pohled shora na kalibrační přípravek (půdorys)



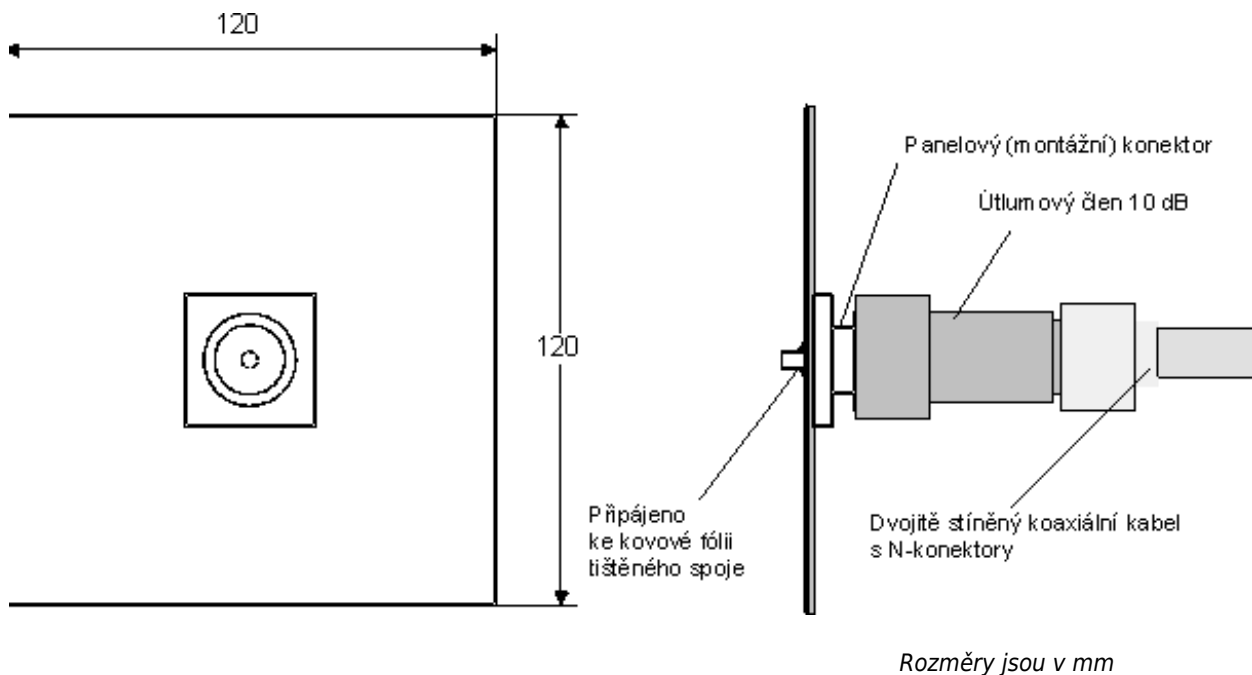
Spodní strany se musí elektricky spojit s kovovou zemní rovinou.

Obrázek B.5 - Pohled na svislou stěnu přípravku

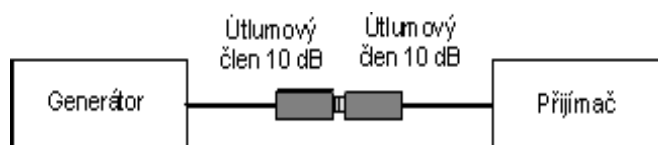
Strana 27



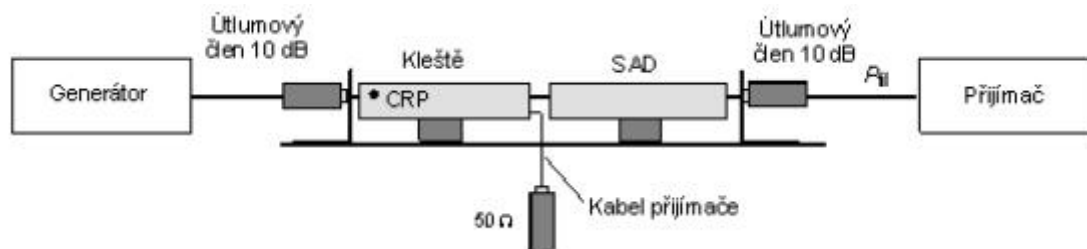
Obrázek B.6 - Zkušební uspořádání pro kalibraci absorpčních kleští s referenčním zařízením



Obrázek B.7 - Specifikace referenčního zařízení



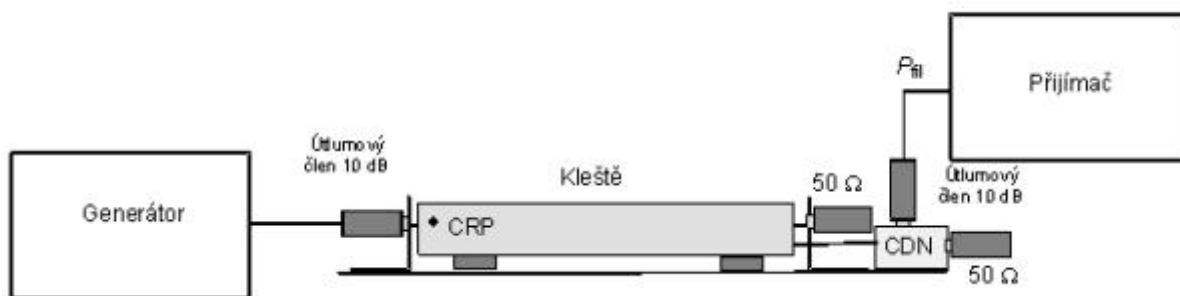
Obrázek B.8a - Referenční měření



P_{fil} = Měřený P utlumený absorpčním filtrem

Obrázek B.8b - Měření s absorpčními kleštěmi a SAD umístěnými v přípravku

Obrázek B.8 - Měřicí uspořádání při měření činitele oddělení DF



Obrázek B.9 - Měřicí uspořádání při měření činitele oddělení DR

Příloha C (normativní)

Validace zkušebního stanoviště s absorpčními kleštěmi (kapitola 4)

C.1 Úvod

V této příloze jsou uvedeny podrobnosti o metodě validace zkušebního stanoviště s absorpčními kleštěmi.

Zkušební stanoviště s absorpčními kleštěmi (ACTS) se musí ověřit porovnáním činitele kleští CF kalibrovaných kleští s činitelem $CF_{in-situ}$ změřeným na ACTS (in situ) pomocí originální kalibrační metody (viz 4.3 a přílohu B).

C.2 Požadavky na zařízení pro validaci

Pro generování definovaného nesymetrického (common mode) proudu ve zkoušeném vedení se použije originální metoda (viz B.2.1 v příloze B) s vertikální zemní rovinou a specifickým zkoušeným vedením. Tento nesymetrický proud může být ovlivněn prostředím ACTS, které se může odchylovat od ACRS.

C.3 Měřicí postup při validaci

Pro validaci ACTS se musí provést následující kalibrační postup:

Ø Měření útlumu stanoviště

§ Krok 1 - Referenční měření výkonu generátoru

Jako referenční se nejprve provede měření výstupního výkonu generátoru, P_{gen} , přímo na použitých kabelech a útlumovém členu 10 dB s použitím přijímače (obrázek C.1a).

§ Krok 2 - Měření činitele kleští na ACTS na stanovišti (in situ)

V druhém kroku se měří maximální rušivý výkon P_{ref} na LUT při stejném nastavení generátoru a s útlumovým členem 10 dB; měřicí uspořádání je podle obrázku C.1b.

Oboje kleště - absorpční kleště i přídavné absorpční zařízení - se umístí na posuvnou dráhu, jak je znázorněno na obrázku C.1b. Referenční bod zkoušených kleští musí být na straně vertikální zemní roviny. Vertikální zemní rovina se umístí na straně SRP posuvné dráhy. Nekovové vodítko pro LUT

se namontuje na vnější straně zkoušených absorpčních kleští tak, aby vedení procházelo středem proudového transformátoru (obrázek B.2). Kleště se umístí tak, aby byla dodržena vzdálenost 150 mm mezi CRP a vertikální zemní rovinou. Zkoušené vedení prochází oběma kleštěmi a mělo by být mírně napnuté pomocí vhodného nekovového upínacího zařízení umístěného na obou koncích posuvné dráhy. Zkoušené vedení se připojí k panelovému (montážnímu) konektoru ve vertikální zemní rovině.

Výstup obvodového analyzátoru (NA) se připojí k panelovému (montážnímu) konektoru ve vertikální zemní rovině přes útlumový člen 10 dB. Kabel absorpčních kleští pro přijímač se připojí ke vstupu NA.

Signál se měří alespoň do 60 MHz s kmitočtovým krokem 1 MHz, do 120 MHz s kmitočtovým krokem 2 MHz, do 300 MHz s kmitočtovým krokem 5 MHz a nad 300 MHz s kmitočtovým krokem 10 MHz.

Maximální rušivý výkon se měří při posunu kleští vhodnou rychlostí od 150 mm do přibližně 4,5 m od vertikální zemní roviny. Kleště se mohou táhnout nekovovým lankem. Rychlost, kterou se kleště pohybují, musí být taková, aby bylo možné na každém kmitočtu změřit vložný útlum v intervalech vzdálenosti menších, než 10 mm.

§ Krok 3 - Výpočet činitele kleští na stanovišti (in situ)

Činitel kleští na stanovišti (in situ) (v dB) posuzovaného stanoviště (ACTS) lze vypočítat ze vzorce:

$$CF_{in-situ} = (P_{gen} - P_{ref}) - 17 \quad (C.1)$$

Toto stanovení CF_{orig} a $CF_{in-situ}$ může provést zkušebna nebo jiná organizace (kalibrační zkušebna).

C.4 Validace ACTS

Činitel kleští zjištěný originální metodou CF_{orig} se musí porovnat s činitelem kleští z měření na místě (in situ) $CF_{in-situ}$. Kritérium pro přijetí validace ACTS je stanoveno vztahem (13) (viz 4.5.3), jestliže jsou validační měření a kalibrační postupy (viz kapitoly C.3 a B.2.1) provedeny samotnou zkušebnou a za předpokladu, že jsou splněny požadavky pro nejistotu uvedené v kapitole C.5.

Strana 30

Jestliže činitel kleští zjišťuje jiná organizace, kritérium pro přijetí validace se mění na:

<3 dB	mezi 30 MHz až 150 MHz,
3 až 2,5 dB	mezi 150 MHz až 300 MHz, klesající,
<2 dB	mezi 300 MHz až 1 000 MHz.

C.5 Nejistoty ve validačních metodách ACTS

Nejistota měření při validaci ACTS závisí na:

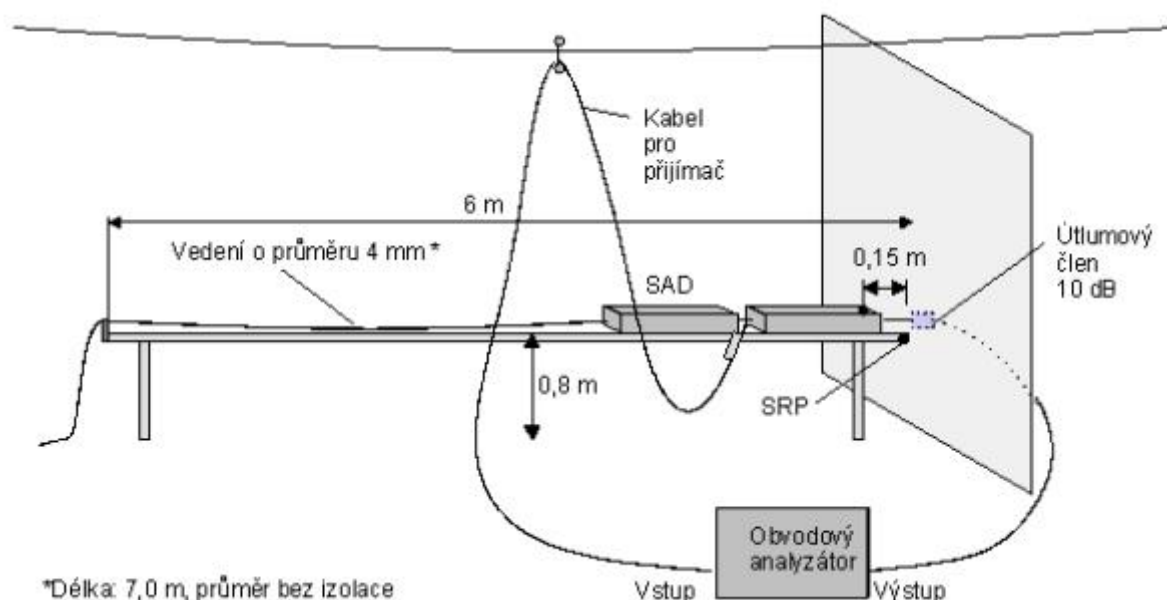
- nejistotě měření měřicího zařízení,

- nepřizpůsobení mezi výstupem absorpčních kleští (s útlumovým členem 6 dB) a měřicím zařízením,
- opakovatelnosti měření, což zahrnuje nejistotu vystředění zkoušeného vedení v proudovém transformátoru a trasu kabelu přijímače k obvodovému analyzátoru.

Tyto výše uvedené požadavky pro nejistotu se při validační proceduře stanoviště kleští musí vzít v úvahu.



Obrázek C.1a - Referenční měření výkonu generátoru



Obrázek C.1b - Uspořádání pro měření výkonu na ACTS nebo ACRS

Obrázek C.1 - Zkušební uspořádání pro měření útlumu stanoviště pro validaci stanoviště kleští s použitím referenčního zařízení

Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace

Pro používání tohoto dokumentu jsou nezbytné dále uvedené referenční dokumenty. U datovaných odkazů platí pouze citovaná vydání. U nedatovaných odkazů platí poslední vydání referenčního dokumentu

(včetně změn).

POZNÁMKA Pokud byla mezinárodní publikace upravena společnou modifikací, vyznačenou pomocí (mod), používá se příslušná EN/HD.

<u>Publikace</u>	<u>Rok</u>	<u>Název</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Rok</u>
CISPR 16-1-2	2003	Specifikace přístrojů a metod pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti Část 1-2: Přístroje pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti - Pomocná zařízení - Rušení šířené vedením	EN 55016-1-1	2004
CISPR 16-2-2	2003	Specifikace přístrojů a metod pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti Část 2-2: Metody měření rušení a odolnosti - Měření rušivého výkonu	EN 55016-2-2	2004
CISPR 16-4-2	2)	Specifikace přístrojů a metod pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti Část 4-2: Nejistoty, statistické hodnoty a stanovování mezí - Nejistoty měřicího zařízení	EN 55016-4-2	2004 ³⁾
IEC 60050(161) +A1 +A2	1990 1997 1998	Mezinárodní elektrotechnický slovník (IEV) - Kapitola 161: Elektromagnetická kompatibilita	-	-

2) Nedatovaný odkaz.

3) Platná edice ke dni vydání.

-- Vynechaný text --