

2007

Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 4-18: Zkušební a měřicí technika - Tlumená oscilační vlna - Zkouška odolnosti	ČSN EN 61000-4-18 33 3432
--	-------------------------------------

idt IEC 61000-4-18:2006

Electromagnetic compatibility (EMC) -

Part 4-18: Testing and measurement techniques - Damped oscillatory wave immunity test

Compatibilité électromagnétique (CEM) -

Partie 4-18: Techniques d'essai et de mesure - Essai d'immunité à l'onde oscillatoire amortie

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) -

Teil 4-18: Prüf- und Messverfahren - Prüfung der Störfestigkeit gegen gedämpft schwingende Wellen

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 61000-4-18:2007 a její opravy EN 61000--18:2007/Cor.:2007. Překlad byl zajištěn Českým normalizačním institutem. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the European Standard EN 61000-4-18:2007 and its Corrigendum EN 61000-4-18:2007/Cor.:2007. It was translated by Czech Standards Institute. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN EN 61000-4-12 (33 3432) z července 1997 pro oblast tlumené oscilační vlny.

Národní předmluva

Upozornění na používání této normy

Souběžně s touto normou se může používat dosud platná ČSN EN 61000-4-12:1997 (33 3432) z července 1997 pro oblast tlumené oscilační vlny v souladu s předmluvou k EN 61000-4-18:2007.

Změny proti předchozím normám

Předchozí ČSN EN 61000-4-12:1997 obsahovala ustanovení týkající se tlumené sinusové vlny i tlumené oscilační vlny. V novém vydání byla tato ustanovení rozčleněna. ČSN EN 61000-4-12:2007 se týká pouze tlumené sinusové vlny a tato norma se týká pouze tlumené oscilační vlny.

Informace o citovaných normativních dokumentech

IEC 60050-161 zavedena v ČSN IEC 50(161) (33 4201) Mezinárodní elektrotechnický slovník - Kapitola 161: Elektromagnetická kompatibilita (idt IEC 50(161):1990)

IEC 61000-4-4 zavedena v ČSN EN 61000-4-4 (33 3432) Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 4-4: Zkušební a měřicí technika - Rychlé elektrické přechodné jevy/skupiny impulzů - Zkouška odolnosti - Základní norma EMC (idt EN 61000-4-4:2004, idt IEC 61000-4-4:2004)

IEC 61000-6-6 dosud nezavedena

Informativní údaje z IEC 61000-4-18:2006

Mezinárodní norma IEC 61000-4-18 byla připravena subkomisí 77B: Vysokofrekvenční jevy, technické komise IEC 77 Elektromagnetická kompatibilita.

Tato norma tvoří část 4-18 souboru IEC 61000. Má status základní normy EMC podle Směrnice IEC 107 *Elektromagnetická kompatibilita - Návod ke zpracování publikací elektromagnetické kompatibility*.

Toto první vydání normy ruší a nahrazuje obsah týkající se tlumených oscilačních vln v prvním vydání IEC 61000-4-12 z roku 1995 a jeho změně 1 (2000) a tvoří technickou revizi rozšířením kmitočtového rozsahu.

Text této normy vychází z těchto dokumentů:

FDIS	Zpráva o hlasování
77B/517/FDIS	77/522/RVD

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

Tato norma byla zpracována podle Směrnic ISO/IEC, část 2.

Komise rozhodla, že obsah této publikace se nebude měnit až do konečného data vyznačeného na internetové adrese IEC „<http://webstore.iec.ch>“ v termínu příslušejícímu dané publikaci. Po tomto datu bude publikace buď:

- znovu potvrzena;
- zrušena;

- nahrazena revidovaným vydáním nebo
- změněna

Upozornění na národní poznámky

Do normy byly ke kapitolám 5 a 8 doplněny informativní národní poznámky.

Upozornění na převzatou opravu EN 61000-4-18/Cor.:2007

Tato oprava se týká pouze německého názvu. Oprava doplnila slovo „gedämpft“.

Vypracování normy

Zpracovatel: J. Čmíd - NELKO TANVALD, IČ 63136791, Ing. Jaroslav Čmíd, CSc.

Technická normalizační komise: TNK 47 Elektromagnetická kompatibilita

Pracovník Českého normalizačního institutu: Tomáš Pech

Strana 3

EVROPSKÁ NORMA	EN 61000-4-18
EUROPEAN STANDARD	
NORME EUROPÉENNE	
EUROPÄISCHE NORM	Duben 2007

ICS 33.100.20
A1:2001

Částečně nahrazuje EN 61000-4-12:1995 +

Elektromagnetická kompatibilita (EMC) -
Část 4-18: Zkušební a měřicí technika -
Tlumená oscilační vlna - Zkouška odolnosti
(IEC 61000-4-18:2006)
Electromagnetic compatibility (EMC) -
Part 4-18: Testing and measurement techniques -
Damped oscillatory wave immunity test
(IEC 61000-4-18:2006)

Compatibilité électromagnétique (CEM) -
Partie 4-18: Techniques d'essai et de mesure
-
Essai d'immunité à l'onde oscillatoire amortie
(CEI 61000-4-18:2006)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) -
Teil 4-18: Prüf- und Messverfahren -
Prüfung der Störfestigkeit gegen gedämpft
schwingende Wellen
(IEC 61000-4-18:2006)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC 2007-03-01. 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, Bulharska, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Maďarska, Maltý, 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

© 2007 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmkoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.

Ref. č. EN 61000--

-18:2007 E

Strana 4

Předmluva

Text dokumentu 77/517/FDIS, budoucí 1. vydání IEC 61000-4-18, vypracovaný v SC 77B Vysokofrekvenční jevy IEC TC 77 Elektromagnetická kompatibilita, byl předložen k paralelnímu hlasování IEC-CENELEC a byl schválen CENELEC jako EN 61000-4-18 dne 2007-03-01.

Tato evropská norma pojednává o zkouškách odolnosti proti oscilačním vlnám, které byly dříve pokryty EN 61000-4-12:1995 + A1:2001, nyní nahrazenou EN 61000-4-12:2006. Tato norma tvoří technickou revizi rozšířením kmitočtového rozsahu.

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) 2007-12-01
- nejzazší datum zrušení národních norem,
které jsou s EN v rozporu (dow) 2010-03-01

Přílohu ZA doplnil CENELEC.

Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 61000-4-18:2006 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Obsah

Strana

Úvod

..... 6

1 Rozsah platnosti a předmět

normy..... 7

2 Citované normativní

dokumenty..... 7

3 Termíny a definice

..... 7

4 Všeobecně

..... 9

4.1 Informace o jevu pomalé tlumené oscilační

vlny..... 9

4.2 Informace o jevu rychlé tlumené oscilační

vlny..... 9

5 Zkušební úrovně

.....
11

6 Zkušební zařízení

.....
12

6.1 Generátor

.....
12

6.2 Specifikace vazební/oddělovací

sítě..... 14

7 Zkušební sestava

.....
15

7.1	Uzemňovací spoje	16
7.2	Referenční zemní rovina	16
7.3	Zkoušené zařízení	16
7.4	Vazební/oddělovací síť	17
7.5	Generátory	17
8	Zkušební postup	17
8.1	Referenční podmínky laboratoře	17
8.2	Provedení zkoušky	18
9	Vyhodnocení výsledků zkoušky	19
10	Protokol o zkoušce	19
Příloha A (informativní) Informace o zkušebních úrovních pro tlumenou oscilační vlnu		32
Bibliografie		33
Příloha ZA (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace		34
Obrázek 1 - Tvar tlumené oscilační vlny (napětí naprázdno)		20
Obrázek 2 - Příklad schématického obvodu zkušebního generátoru tlumené oscilační		

vlny.....	20
Obrázek 3 - Příklad zkušební sestavy pro zařízení na stole používající referenční zemní rovinu.....	21
Obrázek 4 - Příklad zkušební sestavy pro zařízení stojící na zemi a používající referenční zemní rovinu.....	21
Obrázek 5 - Vstup/výstup jednofázového střídavého/stejnoseměrného napájení, zkouška do vodiče a uzemnění.....	22
Obrázek 6 - Vstup/výstup střídavého trojfázového napájení, zkouška do vodiče a uzemnění.....	23
Obrázek 7 - Vstup/výstup jednotlivého obvodu, zkouška do vodiče a uzemnění.....	24
Obrázek 8 - Vstup/výstup skupiny obvodů se společnou zpětnou cestou, zkouška do vodiče a uzemnění.....	25
Obrázek 9 - Vstup/výstup jednofázového střídavého/stejnoseměrného napájení, zkouška do vodičů.....	26
Obrázek 10 - Vstup/výstup střídavého trojfázového napájení, zkouška do vodičů.....	27
Obrázek 11 - Vstup/výstup jednotlivého obvodu, zkouška do vodičů.....	28
Obrázek 12 - Vstup/výstup skupiny obvodů se společnou zpětnou cestou, zkouška do vodičů.....	30
Obrázek 13 - Zkouška systému s komunikačními vstupy/výstupy s rychlými provozními signály (výstup generátoru je uzemněn).....	31
Tabulka 1 - Zkušební úrovně pro pomalou tlumenou oscilační vlnu (100 kHz nebo 1 MHz).....	11
Tabulka 2 - Zkušební úrovně pro rychlou tlumenou oscilační vlnu (3 MHz, 100 MHz nebo 1 MHz).....	11

Úvod

Tato norma je část souboru IEC 61000 podle následující struktury:

Část 1: Všeobecně

Všeobecné úvahy (úvod, základní principy).

Definice, terminologie.

Část 2: Prostředí

Popis prostředí.

Třídění prostředí.

Kompatibilní úrovně.

Část 3: Meze

Meze emise.

Meze odolnosti (pokud nespadají pod zodpovědnost komisí výrobku)

Část 4: Zkušební a měřicí technika

Měřicí technika.

Zkušební technika.

Část 5: Směrnice o instalacích a zmírňování vlivů

Směrnice pro instalaci.

Metody a prostředky zmírňování vlivů.

Část 6: Kmenové normy

Část 9: Různé

Každá část je dále rozdělena do několika částí, které jsou vydávány jako mezinárodní normy, technické specifikace nebo jako technické zprávy, z nichž některé již byly vydány jako oddíly. Ostatní budou vydávány s číslem části následovaným pomlčkou a druhým číslem vyznačujícím další dělení (například 61000-6-1).

Tato část je mezinárodní norma, která uvádí požadavky na odolnost a postupy zkoušky tlumenou oscilační vlnou.

Strana 7

1 Rozsah platnosti a předmět normy

Tato část IEC 61000-4 se týká požadavků na odolnost zařízení a zkušebních metod pro elektrická a elektronická zařízení při provozních podmínkách s ohledem na:

- a) opakující se tlumené oscilační vlny vyskytující se zejména na napájecích, ovládacích a signálních kabelech instalovaných v rozvodnách velmi vysokého a vysokého napětí (HV/MV);
- b) opakující se tlumené oscilační vlny vyskytující se zejména na napájecích, ovládacích a signálních kabelech instalovaných v rozvodnách izolovaných plynem (GIS) a v některých případech také ve vzduchem izolovaných rozvodnách (AIS) nebo v jakýchkoliv instalacích s

ohledem na jevy jaderného výbuchu ve velkých výškách (HEMP).

Cílem této základní normy je vytvoření požadavků na odolnost a společné reference pro hodnocení funkce elektrického a elektronického zařízení v laboratoři, přičemž toto zařízení je určeno pro domácí, obchodní a průmyslové aplikace, a pro hodnocení požadavků aplikovatelných také na zařízení určená pro elektrárny a rozvodny.

POZNÁMKA Podle popisu ve Směrnici IEC 107 je tato část základní normou EMC určenou k použití výrobkovými komisemi IEC. Jak je rovněž stanoveno ve Směrnici IEC 107 výrobkové komise zodpovídají za určení, zda tato norma zkoušky odolnosti by měla být aplikována či nikoliv a je-li aplikována, zodpovídají za určení vhodných zkušebních úrovní a funkčních kritérií. TC 77 a její subkomise jsou připraveny spolupracovat s výrobkovými komisemi při vyhodnocení významu konkrétních zkoušek odolnosti pro jejich výrobky.

Účelem této normy je definování:

- zkušebního napětí a proudu vln;
- rozsahů zkušebních úrovní;
- zkušebního zařízení;
- zkušební sestavy;
- postupu zkoušky.

Cílem této normy je vytvoření společné reference pro hodnocení odolnosti elektrického a elektronického zařízení pokud je vystaveno tlumeným oscilačním vlnám. Zkušební metoda dokumentovaná v této části IEC 61000 popisuje konzistentní metodu posouzení odolnosti zařízení nebo systému proti definovanému jevu.

2 Citované normativní dokumenty

Následující odkazované dokumenty jsou pro aplikaci této normy nepostradatelné. Pro datované odkazy platí jenom citované vydání. Pro nedatované odkazy platí poslední vydání odkazovaného normativního dokumentu (včetně jakýchkoliv změn).

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

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

IEC 61000-4-4 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-4: Testing and measurement techniques - Electrical fast transient/burst immunity test

(Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 4-4: Zkušební a měřicí technika - Rychlé elektrické přechodné jevy/skupiny impulzů - Zkouška odolnosti)

IEC 61000-6-6 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-6: Generic standards - HEMP immunity for indoor equipment

(Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 6-6: Kmenové normy - Odolnost vnitřních zařízení proti HEMP)

3 Termíny a definice

Pro účely této normy platí termíny a definice obsažené v IEC 60050-161, přičemž některé z nich jsou zde pro usnadnění opakovány a platí rovněž následující termíny a definice.

POZNÁMKA Tyto termíny jsou aplikovatelné na omezenou oblast oscilačních přechodných jevů.

Strana 8

3.1

rozvodna izolovaná vzduchem (*air insulated substation*)

AIS (*AIS*)

rozvodna, která je zhotovena jen ze spínacích zařízení izolovaných vzduchem

3.2

skupina impulzů (*burst*)

posloupnost omezeného počtu jednotlivých impulzů nebo oscilací s omezeným trváním

[IEV 161-02-07]

3.3

kalibrace (*calibration*)

soubor operací, které podle norem pevně stanoví vztah, který při specifikovaných podmínkách je mezi změřeným údajem a výsledkem měření

POZNÁMKA 1 Tento termín je založen na přístupu „nejistoty“.

POZNÁMKA 2 Vztah mezi změřenými údaji a výsledky měření se může v podstatě vyjádřit kalibračním diagramem.

[IEV 311-01-09]

3.4

vazba (*coupling*)

interakce mezi obvody přenášejícími energii z jednoho obvodu do jiného obvodu

3.5

vazební síť (*coupling network*)

elektrický obvod pro přenos energie z jednoho obvodu do jiného obvodu

3.6

oddělovací síť (*decoupling network*)

elektrický obvod určený k zamezení vlivu zkušebních napětí zavedených do zkoušeného zařízení (EUT) na jiné přístroje, zařízení nebo systémy, které nejsou zkoušeny

3.7

plynem izolovaná (kovově zapouzďřená) rozvodna (*gas insulated (metal-enclosed) substation*)

GIS (*AIS*)

rozvodna, která je zhotovena jen z kovem zapouzďřených spínacích zařízení izolovaných plynem

[IEV 605-02-14]

3.8

elektromagnetický impulz ve velkých výškách (*high-altitude electromagnetic pulse*)

elektromagnetický impulz způsobený jaderným výbuchem vně zemské atmosféry

POZNÁMKA Typicky nad výškou 30 km.

3.9

odolnost (proti rušení) (*immunity (to a disturbance)*)

schopnost přístroje, zařízení nebo systému být v provozu bez zhoršení charakteristik za přítomnosti elektromagnetického rušení

[IEV 161-01-20]

3.10

vstup/výstup; port (*port*)

konkrétní rozhraní EUT s vnějším elektromagnetickým prostředím

3.11

dobu náběhu (*rise time*)

časový interval mezi okamžiky, kdy okamžitá hodnota impulsu nejprve dosáhne 10 % a potom 90 % hodnoty

[IEV 161-02-05, modifikován]

Strana 9

3.12

přechodný jev (*transient (adjective and noun)*)

výraz pro jev nebo veličinu, které se mění mezi dvěma po sobě následujícími ustálenými stavy během časového intervalu, jenž je krátký ve srovnání s celým uvažovaným časovým obdobím

[IEV 161-02-01]

3.13

ověření (*verification*)

soubor operací, které se použijí pro kontrolu systému zkušebního zařízení (např. zkušebního generátoru a propojovacích kabelů) a při prokazování, že systém funguje podle specifikací uvedených v kapitole 6

POZNÁMKA 1 Metody použité pro ověření se mohou lišit od těch, které se použijí pro kalibraci.

POZNÁMKA 2 Postup podle 6.1.3 a 6.2 je míněn jako návod pro zajištění správné funkce zkušebního generátoru a ostatních přístrojů tvořících zkušební sestavu tak, aby určený tvar vlny byl injektován do EUT.

[IEV 311-01-13, modifikován]

4 Všeobecně

Jevy tlumené oscilační vlny se rozdělují do dvou částí. Na první část se odkazuje jako na pomalou tlumenou oscilační vlnu zahrnující kmitočty oscilací mezi 100 kHz a 1 MHz. Na druhou část se odkazuje jako na rychlou tlumenou oscilační vlnu zahrnující kmitočty oscilací nad 1 MHz. Příčiny těchto dvou

typů tlumených oscilačních vln jsou popsány níže.

4.1 Informace o jevu pomalé tlumené oscilační vlny

Tento jev je reprezentativní pro spínání odpojovačů ve venkovních rozvodnách velmi vysokého napětí/vysokého napětí (HV/MV) a týká se zejména spínání sběrnic velmi vysokého napětí (HV), přičemž je rovněž rušivým pozadím v průmyslových závodech.

V rozvodnách vypínací a zapínací operace odpojovačů HV způsobují přechodné jevy se strmou čelní vlnou s dobou trvání řádově několik desítek nanosekund.

Čelní vlna napětí má průběh, který zahrnuje odrazy způsobené nepřizpůsobením charakteristické impedance příslušných obvodů HV. V souvislosti s tím jsou přechodné jevy napětí a proudu na sběrnicích HV charakterizovány základním kmitočtem oscilace, který závisí na délce obvodu a na době šíření.

Kmitočet oscilace je pro venkovní rozvodny v rozsahu od asi 100 kHz do několika megahertzů v závislosti na vlivu výše zmíněných parametrů a na délce sběrnic, které se mohou měnit od několika desítek metrů do stovek metrů (může se vyskytnout 400 m).

V souvislosti s tím může být kmitočet oscilace 1 MHz považován za reprezentativní pro většinu situací, pro velké rozvodny HV však byl považován za vhodný kmitočet 100 kHz.

Kmitočet opakování se mění od několika hertzů do několika kilohertzů v závislosti na vzdálenosti mezi spínacími kontakty: to znamená, že pro blízké kontakty je maximální kmitočet opakování, zatímco pro vzdálenosti kontaktů blížící se uhašení oblouku je minimální kmitočet opakování, který je pro každou fázi dvojnásobkem síťového kmitočtu (100/s na fázi pro HV síť 50 Hz a 120/s na fázi pro HV síť 60 Hz).

Vybrané četnosti opakování 40/s a 400/s představují proto kompromis, který bere v úvahu různé doby trvání jevů, vhodnost různých uvažovaných kmitočtů a problém týkající se energie, které jsou zkoušené obvody vystaveny.

V průmyslových závodech mohou být opakující se oscilační přechodné jevy generovány spínacími přechodnými jevy a injektováním impulzních proudů v napájecích sítích (sítě a elektrické zařízení).

Sítě mají místní odezvu v kmitočtovém pásmu dobře pokrytém dobou náběhu a základním kmitočtem oscilace tlumené oscilační vlny vybrané pro účely zkoušky.

4.2 Informace o jevu rychlé tlumené oscilační vlny

Zkouška odolnosti proti rychlé tlumené oscilační vlně by měla pokrýt jevy vyskytující se ve dvou specifických prostředích:

- rozvoden napájecí sítě (vznikající při činnosti spínačů a ovládačů);
- všech instalací vystavených elektromagnetickému impulzu ve velkých výškách (HEMP).

4.2.1 Rušení vznikající při činnosti spínačů a ovládačů

Během funkcí vypínání nebo zapínání vzniká s ohledem na malou rychlost pohybu kontaktů mezi oběma kontakty velký počet opětných průrazů. Proto spínací funkce odpojovače generují velmi rychlé přechodné jevy, které se šíří jako postupná vlna ve sběrnících rozvodny. Elektrická délka stíněných vodičů a délka rozpojených sběrnic určují kmitočty oscilací přechodných přepětí.

U rozvoden izolovaných vzduchem (AIS) budou tyto přechodné jevy v prostředí rozvodny vyzařovat elektromagnetická pole. Nedávno byla v rozvodnách izolovaných vzduchem provedena měření s použitím přístrojů s velkým kmitočtovým pásmem [1])¹. Tato měření prokázala, že se v těchto rozvodnách mohou také vyskytnout přechodné jevy s kmitočty vyššími než 1 MHz.

U rozvoden izolovaných plynem (GIS) se budou tyto přechodné jevy šířit uvnitř kovového krytu, v kterém je obsažen plyn SF₆. S ohledem na skin efekt se budou vysoké kmitočty přechodných jevů uzavírat uvnitř krytu a nezpůsobí žádné problémy. Na nespojitostech krytu se však část přechodných jevů přenesou na vnější povrch potrubí krytu. V souvislosti s nárůstem potenciálů proud protékající na povrchu krytu vyzařuje v prostředí rozvodny elektromagnetická pole. Nárůst přechodných potenciálů uzemnění je přímý zdroj přechodných nesymetrických proudů v sekundárních obvodech. Vyzařované elektromagnetické pole indukuje také nesymetrické proudy v sekundárních obvodech.

Měření prokázala, že maximální kmitočet významných složek ve spektrální hustotě těchto proudů může být až od 30 MHz do 50 MHz (viz obrázky 1 a 2) [2].

Na obrázcích 1 a 2 je možno vidět výskyt několika vrcholů v průběhu spektrální hustoty proudů a důležité spektrální složky se sledovaly na kmitočtech několika desítek MHz.

Jak je shrnuto v [1] stalo se kmitočtové prostředí HV rozvoden (GIS, ale také AIS) mnohem nepříznivější než tomu bylo v minulosti s ohledem na zmenšení vzdáleností v návaznosti na zmenšování celkových rozměrů rozvoden vyplývající z použití plynem izolovaných rozvoden (GIS) a instalováním elektronických zařízení blíže ke spínačům.

Proto kmitočty oscilací 3 MHz, 10 MHz a 30 MHz tlumených oscilačních vln jsou vhodné pro lepší zohlednění více realistického prostředí jak v některých AIS tak i ve všech GIS.

Kmitočet opakování se mění mezi několika hertzy a mnoha kilohertzy v závislosti na vzdálenosti mezi spínacími kontakty: při blízkých kontaktech je maximální kmitočet opakování zatímco pro vzdálenosti kontaktů blízké se uhašení oblouku je minimální kmitočet opakování, který je pro každou fázi dvojnásobkem sířového kmitočtu (100/s na fázi pro HV síť 50 Hz a 120/s na fázi pro HV síť 60 Hz).

Vybraný kmitočet opakování 5 000/s je stanoven s ohledem na vyšší opakovací rychlosti měřené v GIS. Tato rychlost ještě reprezentuje kompromis (jelikož byly měřeny vyšší rychlosti), který bere v úvahu různé doby trvání jevů, vhodnost různých uvažovaných kmitočtů a problém týkající se energie, které jsou zkoušené obvody vystaveny.

4.2.2 Rušení vytvářená elektromagnetickým impulzem ve velkých výškách (HEMP)

Elektromagnetický impulz ve velkých výškách (HEMP) jak je prezentován v IEC 61000-2-9 [4] popisuje intenzivní rovinou vlnu elektromagnetického impulzního pole, která má dobu náběhu 2,5 ns a šířku impulzu přibližně 25 ns. Toto pole vzájemně ovlivňuje kabely a kabeláž vytvářeným oscilačním napětím a proudem v závislosti na délce vedení (viz IEC 61000-2-10 [5]). Pro většinu vnějších vedení jako jsou napájecí a komunikační jsou tato vedení dostatečně dlouhá (často více než 1 km), aby přivedené proudy a napětí byly obvykle impulzního charakteru.

U vodičů a kabelů uvnitř budovy je příslušný HEMP částečně utlumen, zůstane však dostatečné pole k vytvoření vazby na krátké kabely uvnitř budovy umožňující ohrožení připojených elektronických zařízení.

V minulosti provedené experimenty zřetelně naznačily, že dochází k vazbě pole HEMP na tato krátká vedení a k vytváření tlumených vysokofrekvenčních oscilačních vln s kmitočty až 100 MHz i když kmitočty pod 30 MHz jsou nejobvyklejší (viz IEC 61000-2-10). Rychlost tlumení oscilační vlny je značná s ohledem na přítomnost absorbujících stěn ve většině budov a činitel kvality rezonance Q má proto typicky hodnoty mezi 10 a 20.

Je také třeba poznamenat, že krátká vnější kabeláž, jaká se nachází v části ovládacích obvodů rozvodu nebo elektráren, je také značně náchylná k vazbě na pole HEMP. Tyto kabely budou také vystaveny tlumeným oscilačním napětím v rozsahu 1 až 100 MHz v závislosti na délce kabelu.

¹ Čísla v hranatých závorkách odkazují na bibliografii.

S ohledem na to, že prostředí HEMP je typicky dáno jen jedním nebo dvěma impulzy, jakákoliv definovaná zkouška nemusí nutně vyžadovat vysokou rychlost opakování pro simulování vyskytujícího se prostředí. V zájmu bezporuchovosti digitální elektroniky se však doporučuje, aby rychlost opakování byla podobná té, která je také doporučena pro aplikování HEMP na spínače a ovládače (5 000/s), aby se zvětšila pravděpodobnost zjištění chybné funkce. Tato je konzistentní se skutečností, že ochrana a zkoušení HEMP se běžně provádí jen pokud jsou důsledky poruchy elektronického systému vážné.

V zájmu norem odolnosti a kmenových norem HEMP, které byly doposud vydány (IEC 61000-4-25 [7] a IEC 61000-6-6), je nutné mít základní zkušební normu pro rychlou tlumenou oscilační vlnu obsahující informaci o zkušebních úrovních, návrhu generátoru a o postupech zkoušky, která umožní provedení zkoušek nutných pro úrovně napětí indukovaných elektromagnetickým impulzem ve velkých výškách (HEMP). Tento tvar vlny napětí je rychlá tlumená sinusová vlna, která namáhá připojené zařízení. I když při reálných podmínkách je možných mnoho kmitočtů, bylo rozhodnuto, že tato zkouška rychlou oscilační vlnou by se měla provést s kmitočty oscilace do 30 MHz, aby se zajistila konzistence s prostředím vytvářeným v rozvodnách sítě.

5 Zkušební úrovně

Přednostní rozsah zkušebních úrovní pro zkoušky tlumenou oscilační vlnou aplikovanou na napájecích, signálních a ovládacích vstupech/výstupech zařízení je uveden v tabulkách 1 a 2. Zkušební úroveň je definována jako napětí prvního vrcholu (maximum nebo minimum) na zkušebním tvaru vlny (PK_1 na obrázku 1).

Na napájecí, signální a ovládací vstupy/výstupy se mohou použít různé úrovně. Úrovně použité pro signální a ovládací vstupy/výstupy se nesmí lišit o více než jednu úroveň od té, která je použita pro napájecí vstupy/výstupy.

Tabulka 1 - Zkušební úrovně pro pomalou tlumenou oscilační vlnu (100 kHz nebo 1 MHz)

Úroveň	Nesymetricky kV	Symetricky kV
1	0,5	0,25
2	1	0,5
3	2 ^a	1
4	-	-

x ^b	x	x
^a Pro zařízení rozvodny se hodnota zvětší na 2,5 kV. ^b x může být jakákoliv úroveň nad, pod nebo mezi ostatními úrovněmi. Tato úroveň může být stanovena v normě výrobku.		

Tabulka 2 - Zkušební úrovně pro rychlou tlumenou oscilační vlnu (3 MHz, 10 MHz nebo 30 MHz)

Úroveň	Nesymetricky kV
1	0,5
2	1
3	2
4	4
x ^a	x
^a x může být jakákoliv úroveň nad, pod nebo mezi ostatními úrovněmi. Tato úroveň může být stanovena v normě výrobku.	

Použitelnost zkoušky tlumenou oscilační vlnou se musí řídit specifikací výrobku.

Strana 12

Zkušební úrovně by se měly z tabulek 1 a 2 vybrat na základě vystavení kabelů vedených v instalaci primárnímu jevu. Tyto úrovně jsou definovány jako napětí naprázdno obvodu buď na výstupu generátoru nebo na výstupu použité vazební a oddělovací sítě (CDN).

Zkoušky odolnosti jsou s těmito úrovněmi zharmonizovány pro stanovení úrovně funkce zařízení v prostředí, v kterém se očekává, že toto zařízení bude pracovat, přičemž se berou v úvahu primární jevy a instalační postupy, které určují třídy elektromagnetického prostředí.

Instalace, v kterých se tento výběr zkušebních úrovní aplikuje, jsou hlavně rozvodny velmi vysokého napětí a rovněž průmyslové závody vybavené jejich vlastními elektrárnami (transformačními stanicemi).

V rozvodnách HV stupeň a délka paralelního umístění kabelů se sběrníci, provozní napětí těchto obvodů, jejich stínění a uzemnění budou určovat úroveň indukovaných napětí.

Za účelem možného zmenšení těchto proměnných a při respektování skutečnosti, že zařízení určené pro tento typ instalace se používá při určitém rozsahu provozních napětí rozvodů (například od 150 kV do 800 kV), je definování zkušební úrovně provedeno hlavně při respektování zapojení zařízení, jeho umístění, kvality stínění kabelu a jeho uzemnění (viz příloha A).

6 Zkušební zařízení

6.1 Generátor

Výstup generátoru musí mít schopnost pracovat za podmínek nakrátko. Blokové schéma znázorňující

generátor tlumené oscilační vlny je uvedeno na obrázku 2.

Zkušební generátor vytváří tlumenou oscilační vlnu s následujícími charakteristikami jak se musí aplikovat na vstup/výstup EUT. Pokud se aplikuje přes vazební/oddělovací síť charakteristiky musí být podle specifikace na výstupu této sítě.

Výstup generátoru musí být plovoucí a nesymetrie rozptylové kapacity výstupních svorek proti zemi musí být menší než 20 %. Tato podmínka je nutná pro zkoušku ovládacích a signálních vstupů/výstupů EUT v symetrickém režimu. Je nutný dvojitý výstup generátoru. Rychlý výstup generátoru je jednoduchý koaxiální výstup. Zkouška tímto výstupem generátoru se musí provádět jen v nesymetrickém režimu.

Není-li výstup generátoru plovoucí, je třeba učinit opatření, která jsou uvedena v bodu b) článku 8.2.

Generátor musí mít opatření zabráňující emisi velkých rušení, která by mohla být injektována do napájecí sítě nebo by mohla ovlivnit výsledky zkoušky.

6.1.1 Charakteristiky a funkce generátoru pomalé tlumené oscilační vlny

Specifikace:

- doba náběhu napětí (T1 na obrázku 1): 75 ns $\pm$ 20 %;
- kmitočty oscilace napětí (poznámka 1): 100 kHz a 1 MHz $\pm$ 10 %;
- četnost opakování: 40/s pro 100 kHz a 400/s pro 1 MHz $\pm$ 10 %;
- útlum: (viz obrázek 1) Pk5 musí být > 50 % hodnoty Pk1 a Pk10 musí být < 50 % hodnoty Pk1
- doba trvání skupiny impulzů: alespoň 2 s;
- výstupní impedance: 200 W;
- napětí naprázdno: (hodnota Pk1, viz obrázek 1) 250 V až 2,5 kV $\pm$ 10 %;
- proud nakrátko (hodnota Pk1): 1,25 A až 12,5 A $\pm$ 20 %;
- fázová relace s kmitočtem sítě: nepožaduje se;
- polarita první půlperrody: kladná a záporná.

POZNÁMKA 1 Kmitočet oscilace je definován jako převrácená hodnota periody mezi prvním a třetím průchodem nulou po počátečním vrcholu. Tato perioda je na obrázku 1 znázorněna jako T.

POZNÁMKA 2 Výstupní impedance se vypočte jako napětí naprázdno Pk1 dělené proudem nakrátko Pk1.

Příklad zapojení generátoru je uveden na obrázku 2.

6.1.2 Charakteristiky a funkce generátoru rychlé tlumené oscilační vlny

Specifikace naprázdno:

- doba náběhu napětí (T1 na obrázku 1): 5 ns $\pm$ 30 %;
- kmitočty oscilace napětí (poznámka 1): 3 MHz, 10 MHz a 30 MHz $\pm$ 10 %;
- četnost opakování: 5 000/s $\pm$ 10 %;
- útlum: (viz obrázek 1) Pk5 musí být > 50 % hodnoty Pk1 a Pk10 musí být < 50 % hodnoty Pk1;
- doba trvání skupiny impulzů: 3 MHz: 50 ms $\pm$ 20 %;
10 MHz: 15 ms $\pm$ 20 %;
30 MHz: 5 ms $\pm$ 20 %;
- perioda skupiny impulzů: 300 ms $\pm$ 20 %;
- výstupní impedance: 50 W $\pm$ 20 %;
- napětí naprázdno (hodnota Pk1, viz obrázek 1) 250 V až 4 kV $\pm$ 10 %;
- fázová relace s kmitočtem sítě: nepožaduje se;
- polarita první půlperrody: kladná a záporná.

Specifikace nakrátko:

- doba náběhu proudu (T1 na obrázku 1): 3 MHz: < 330 ns;
10 MHz: < 100 ns;
30 MHz: < 33 ns;
- kmitočty oscilace proudu (poznámka 1): 3 MHz, 10 MHz a 30 MHz $\pm$ 30 %;
- útlum: (viz obrázek 1) Pk5 musí být > 25 % hodnoty Pk1 a Pk10 musí být < 25 % hodnoty Pk1;
- proud nakrátko (hodnota Pk1): 5 A až 80 A $\pm$ 20 %.

POZNÁMKA 1 Kmitočet oscilace je definován jako převrácená hodnota periody mezi prvním a třetím průchodem nulou po počátečním vrcholu. Tato perioda je na obrázku 1 znázorněna jako T.

POZNÁMKA 2 Výstupní impedance se vypočte jako napětí naprázdno Pk1 dělené proudem nakrátko Pk1.

Průběh rychlé oscilační vlny je uveden na obrázku 1.

Příklad zapojení generátoru je uveden na obrázku 2.

6.1.3 Hodnota impedance

Výstupní impedance pomalého generátoru byla ustálena na 200 W i když skutečná impedance kabelů (kroucených párů) je blíže k 150 W. Důvodem pro výběr impedance 200 W je nemodifikování stávajícího stavu, který by měl zahrnovat technické specifikace skupiny zařízení jejichž aplikace jsou hlavně v rozvodnách velmi vysokého napětí.

Výstupní impedance rychlého generátoru byla ustálena na 50 W. Důvodem pro výběr impedance 50 W je zachování konzistence s generátorem EFT/B specifikovaným v IEC 61000-4-4. K CDN nebo k vazebnímu členu se musí použít koaxiální kabel 50 W. Pro zabránění odrazů musí být impedance generátoru 50 W.

Kromě toho kabely této kategorie v rozvodu a průmyslu jsou dlouhé většinou řádově stovky metrů a proto impedance spojů v těchto oblastech se blíží charakteristické impedanci kabelů a není menší než tato hodnota.

Strana 14

6.1.4 Ověření charakteristik zkušebního generátoru

Postup ověření je míněn jako pokyn k zajištění správné činnosti zkušebního generátoru, vazebních/oddělovacích sítí a ostatních objektů tvořících zkušební sestavu, aby určená vlna byla dodána do EUT.

Pro umožnění porovnávání výsledků od různých generátorů se musí nejdůležitější charakteristiky ověřit.

Charakteristiky ověřované podle parametrů v 6.1.1 a 6.1.2 jsou následující:

- doba náběhu;
- kmitočet oscilace;
- útlum;
- doba trvání skupiny impulzů;
- perioda skupiny impulzů;
- napětí naprázdno (impedance naprázdno: pro pomalý generátor $Z_{oc} \geq 10 \text{ kW}$;
- proud nakrátko (hodnota P_{k1} jen při použití impedance nakrátko: pro pomalé a rychlé generátory $Z_{sc} \leq 0,1 \text{ kW}$);
- vnitřní impedance generátoru.

Ověření se musí provést (pokud možno) s napěťovými a proudovými sondami a s osciloskopy nebo jinými ekvivalentními měřicími přístroji s minimální šířkou pásma 40 MHz pro pomalé tlumené oscilační vlny a 400 MHz pro rychlé tlumené oscilační vlny.

U generátoru rychlé tlumené oscilační vlny:

- zkušební zatěžovací impedance naprázdno je $1\,000 \text{ W} \pm 2\%$ paralelně s kapacitou $\leq 6 \text{ pF}$. Rezistance se měří při stejnosměrném napájení a kapacita se měří komerčně dostupným měřičem

kapacity, který pracuje na nízkých kmitočtech;

– preferovaný prostředek pro měření zkratového proudu je bočník. Jeho přenosová impedance by měla být $0,1 \text{ W} \pm 2 \%$. Ověřování rezistance bočníku se provádí při stejnosměrném napájení a šířka pásma 3 dB na 400 MHz se může ověřit vhodným síťovým analyzátozem.

POZNÁMKA Předpokládá se, že zatěžovací impedance nakrátko $Z_{sc} = 0,102 \text{ W}$ je vyhovující požadavku $Z_{sc} \leq 0,1 \text{ W}$.

Charakteristiky vlny se musí ověřit postupně na vstupech/výstupech každé CDN použité ke zkoušce odolnosti nebo přímo na výstupu generátoru pokud se žádná CDN nepoužije.

6.2 Specifikace vazební/oddělovací sítě

Vazební/oddělovací síť (CDN) zajišťuje jak možnost aplikovat zkušební napětí buď nesymetricky (pro oba generátory) nebo symetricky (jen 100 kHz, 1 MHz) do napájecích, signálních a ovládacích vstupů/výstupů zkoušeného zařízení EUT tak i zabraňuje aby zkušební napětí nepříznivě ovlivnilo pomocné zařízení potřebné k provedení zkoušky. Vlny na vstupech/výstupech CDN, které směřují k EUT musí být v tolerancích podle 6.1.1 nebo 6.1.2. Ověření se musí provést postupně na všech vstupech/výstupech. Např. u trojfázové CDN: L1 a PE, L2 a PE, L3 a PE, N a PE.

Specifikace společné pro sítě určené pro síťové napájení a pro vstupy/výstupy jsou uvedeny níže. Další jednoznačné specifikace jsou uvedeny v 6.2.1 a 6.2.2.

Vazební útlum vazebních kondenzátorů 0,5 mF (pomalé tlumené oscilační vlny) nebo 33 nF (rychlé tlumené oscilační vlny) musí být menší než 10 %.

Vazební kondenzátory se mohou nahradit jinými typy vazebních prostředků jako jsou plynové výbojky, křemíkové lavinové diody nebo varistory. Pokud se takovéto prostředky použijí mohou se charakteristiky tlumených oscilačních vln značně změnit.

Vazební/oddělovací síť musí být opatřena jednoúčelovou zemnicí svorkou.

Ověření specifikací podle 6.1.1 a 6.1.2 se musí provést osciloskopem nebo ekvivalentním měřicím přístrojem s minimální šířkou pásma 40 MHz pro pomalou tlumenou oscilační vlnu a 400 MHz pro rychlou tlumenou oscilační vlnu.

6.2.1 Vazební/oddělovací síť pro střídavé/stejnosměrné napájecí vstupy/výstupy

Výstupní tvary vlny z vazební/oddělovací sítě musí vyhovovat stejným požadavkům definovaným v 6.1.1 a 6.1.2 pro samotné generátory.

Specifikace:

Zbytkové tlumené oscilační napětí (od Pk1 k Pk10) na vstupech napájení oddělovací sítě při EUT odpojeném nesmí překročit 15 % aplikovaného zkušebního napětí nebo dvojnásobek jmenovité vrcholové hodnoty napětí vazební/oddělovací sítě, podle toho co je větší.

– schopnost přenosu proudu: podle požadavku pro EUT;

- počet fází: podle požadavku pro EUT.

POZNÁMKA Minimální hodnoty oddělení v nesymetrickém a symetrickém režimu nemusí být postačující pro ochranu pomocného zařízení použitého pro usnadnění zkoušky.

6.2.2 Vazební/oddělovací sí» pro signální a ovládací vstupy/výstupy

Sí» má stejné specifikace dané v 6.2.1 s následující výjimkou:

Zbytkové tlumené oscilační napětí (od Pk1 k Pk10) na vstupech napájení oddělovací sítě při EUT odpojeném nesmí překročit 10 % aplikovaného zkušebního napětí nebo dvojnásobek jmenovité vrcholové hodnoty napětí vazební/oddělovací sítě, podle toho co je větší.

Minimální oddělovací útlum nemusí být dostatečný pro ochranu pomocných zdrojů signálu a mohou být požadovány dodatečné ochranné prostředky.

Sí» se může skládat z jednotlivých jednotek pro umožnění zkoušek vstupů/výstupů s jednotlivými obvody nebo skupinami obvodů (například více vodičů se společným zpětným vodičem).

Pokud CDN není vhodná pro provozní signál vyšetřovaného vstupu/výstupu EUT mohou se použít kapacitní vazební kleště specifikované v IEC 61000-4-4 zároveň s generátorem rychlé oscilační vlny.

7 Zkušební sestava

Zkušební sestava zahrnuje následující zařízení:

- uzemňovací spoje, (referenční) zemní rovinu (GRP);
- EUT;
- zkušební generátor;
- měřicí přístroje;
- vazební a oddělovací sí»;
- pomocné přístroje.

Příklady zkušební sestavy jsou uvedeny na následujících obrázcích:

Obrázek 3 - Příklad zkušební sestavy pro zařízení na stole používající referenční zemní rovinu;

Obrázek 4 - Příklad zkušební sestavy pro zařízení stojící na podlaze používající referenční zemní rovinu.

Zkušební napětí se musí aplikovat přes vazební/oddělovací sí» za předpokladu, že sí» je vhodná pro pracovní signál vstupů/výstupů EUT.

Zkouška komunikačních vstupů/výstupů systému (včetně rychlých signálů) při aplikaci zkušebního napětí přes vazební/oddělovací sí» může způsobit zhoršení provozních signálů. V takovém případě se zkušební napětí musí aplikovat mezi skříněmi zařízení propojenými (EUT 1 a EUT 2) podle obrázku 13.

Pokud EUT 1 je pomocným zařízením (simulátorem) musí se provést předběžné ověření odolnosti

simulátoru. V případě nedostatečné odolnosti simulátoru a kdykoliv není možné uplatnit opatření pro vyloučení citlivosti, provede se zkouška s následujícími objektivními rozhodnutími:

- komunikační vstup/výstup se nepoškodí;
- komunikace se naruší jen během aplikace zkušebního napětí;
- funkce EUT jiné než ty, které se týkají komunikací, se nenaruší.

Strana 16

U kabelů se stíněním uzemněným jen na jednom konci se musí neuzemněná strana stínění připojit ke skřínce přes vazební kapacitu 0,5 mF.

Standardní délka kabelu při této zkoušce je 10 m.

Signální kabely se musí zapojit podle specifikace výrobku, která musí poskytovat informaci o jakémkoliv opatření uplatnění ochrany.

7.1 Uzemňovací spoje

Při provádění zkoušek musí být dodrženy požadavky bezpečnostního uzemnění stanovené výrobcem EUT a zkušebního zařízení.

Při sestavování konfigurace zkoušky může být uzemnění zkušebního generátoru, vazební/oddělovací sítě EUT a pomocného zařízení dosaženo použitím existující referenční zemní roviny (GRP) nebo vhodných uzemňovacích spojů.

7.2 Referenční zemní rovina

Kde je použita referenční zemní rovina (GRP) (systematicky vyžadovaná nad 1 MHz) musí být zhotovena z kovového plechu (měděného nebo hliníkového) o minimální tloušťce 0,25 mm; mohou být použity i jiné kovy, v tomto případě však musí mít minimální tloušťku 0,65 mm.

Je-li použita GRP musí se EUT, pomocné zařízení a zkušební zařízení umístit na GRP a spojit s ní. Spoje s GRP musí být co nejkratší.

Minimální velikost GRP je 1 m × 1 m; její konečná velikost závisí na rozměrech EUT. GRP se musí projektovat s přesahem alespoň 0,1 m na všech stranách od EUT a jeho pomocného zařízení.

GRP musí být spojena s bezpečnostním uzemňovacím systémem laboratoře (viz obrázky 5a až 12a).

7.3 Zkoušené zařízení

Zkoušené zařízení musí být uspořádáno a zapojeno podle specifikace instalace zařízení.

Minimální vzdálenost mezi EUT a ostatními vodivými konstrukcemi (například stěny stíněné komory), s výjimkou referenční zemní roviny pod EUT, musí být 0,5 m.

Provozní signály pro vyšetření EUT se mohou zajistit pomocným zařízením nebo simulátorem.

Vstupní a výstupní obvody připojené k pomocnému zařízení se musí opatřit oddělovacími sítěmi, aby

se zabránilo interferenci s tímto zařízením.

Musí se použít kabely dodané nebo specifikované výrobcem zařízení a nejsou-li k dispozici, musí se použít nestíněné kabely vhodného typu pro dané signály.

Vazební/oddělovací síť se musí vložit do obvodu ve vzdálenosti 1 m od EUT a připojit na GRP.

Komunikační vedení (datová vedení) se musí připojit k EUT kabely podle technické specifikace nebo podle normy pro tuto aplikaci. Kabely se musí umístit 0,1 m nad GRP v délce alespoň 1 m.

Podrobnosti o zařízení na stole a o zařízení stojícím na podlaze jsou následující.

7.3.1 Zařízení na stole

Zařízení na stole se musí umístit na dřevěném stole. EUT a kabely se musí izolovat od GRP, pokud je použita, izolační podložkou vysokou $0,1 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$.

Příklad zkušební sestavy pro zařízení na stole je uveden na obrázku 3.

7.3.2 Zařízení stojící na podlaze

Pokud je použita GRP, musí se zařízení stojící na podlaze umístit na izolační podložce o tloušťce $0,1 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$.

EUT se musí připojit k uzemňovacímu systému podle instalační specifikace výrobce.

Skříňky zařízení se musí připojit k GRP spojem minimální délky začínajícím na zemní svorce EUT. Nejsou dovoleny žádné dodatečné spoje.

Příklad zkušební sestavy pro zařízení stojící na podlaze je uveden na obrázku 4.

7.4 Vazební/oddělovací síť

Pokud vazební/oddělovací síť je jednotka od samotného zkušebního generátoru oddělená, zkušební generátor se musí umístit v blízkosti vazební/oddělovací sítě a připojit k ní vodičem ne delším než 1 m. Vazební/oddělovací síť se musí připojit k GRP, pokud je použita, pokud možno co nejkratším spojem.

Pokud EUT není dodáno se síťovým kabelem musí se použít kabel o délce 1 m. Je-li kabel dodaný s EUT delší než 1 m musí se přesahující délka stočit do ploché cívky o průměru 0,2 m umístěné 0,1 m nad GRP.

EUT dodávané s neodpojitelným tvarovaným kabelem

Musí se zkoušet se skutečnou dodanou délkou.

EUT dodávané s odpojitelným kabelem tvarovaným na obou koncích a specifikovaným v manuálu výrobce

Musí se zkoušet se specifikovaným kabelem; pokud však výrobce specifikuje více než jednu délku takového předem tvarovaného kabelu, pak při zkoušce musí být použita nejkratší délka.

7.5 Generátory

Generátor se musí připojit k GRP, pokud je použita, nebo k ochranné zemi laboratoře co nejkratším spojem. Při zkoušení komunikačních vstupů/výstupů viz příslušné zkušební sestavy podle obrázků 7, 8, 11 a 12.

8 Zkušební postup

Před zkouškou se musí zkontrolovat funkce zkušebního zařízení. Tato kontrola se může obvykle omezit na ověření existence tlumené sinusové² vlny na výstupu vazební/oddělovací sítě.

Zkušební postup zahrnuje:

- ověření referenčních podmínek laboratoře;
- předběžné ověření správné funkce zařízení;
- provedení zkoušky;
- vyhodnocení výsledků zkoušky.

Doba trvání zkoušky nesmí být menší než 1 min (1 min byla zvolena za účelem urychlení zkoušky). Pro zamezení synchronizace se však může zkušební čas rozdělit do šesti skupin impulzů trvajících 10 s, které jsou odděleny prodlevou 10 s. V reálném prostředí se skupiny impulzů vyskytují náhodně jako jednotlivé události. Záměrem není synchronizovat skupiny impulzů se signály EUT. Komise výrobku mohou zvolit jiné doby trvání zkoušky.

Informace o maximální rychlosti opakování je uvedena v 4.1. Další rychlosti opakování nebo meze mohou být uvedeny v normě výrobku nebo ve specifikaci výrobku.

8.1 Referenční podmínky laboratoře

Pro minimalizování vlivu parametrů prostředí na výsledky zkoušky musí být zkouška provedena v referenčních klimatických a elektromagnetických podmínkách, jak je stanoveno v 8.1.1 a 8.1.2.

8.1.1 Klimatické podmínky

Pokud komisí zodpovědnou za kmenovou normu nebo normu výrobku není stanoveno jinak musí klimatické podmínky laboratoře být v mezích specifikovaných pro činnost EUT a zkušebního zařízení jejich příslušnými výrobci.

Zkoušky se nesmí provádět pokud relativní vlhkost je taková, že způsobuje kondenzaci na EUT nebo na zkoušeném zařízení.

POZNÁMKA Pokud se předpokládá, že je postačující důkaz k prokázání, že účinky jevu pokrytého touto normou jsou ovlivněny klimatickými podmínkami, měla by se o tom uvědomit komise zodpovědná za tuto normu.

² NÁRODNÍ POZNÁMKA Zde je použit nevhodný název vlny; vhodnější by byl „oscilační vlny“.

8.1.2 Elektromagnetické podmínky

Elektromagnetické podmínky laboratoře musí být takové, aby zaručily správnou činnost EUT, aby neovlivnily výsledky zkoušky.

8.2 Provedení zkoušky

Zkouška se musí provést na základě plánu zkoušky, zahrnující ověření funkce EUT definované v normě výrobku nebo, pokud norma není, podle technické specifikace.

EUT musí být v normálních provozních podmínkách.

Plán zkoušky musí specifikovat:

- typ zkoušky, která bude provedena;
- zkušební úroveň;
- zkušební generátor;
- polaritu zkušebního napětí (jsou povinné obě polarity);
- dobu trvání zkoušky;
- zkoušené vstupy/výstupy EUT;
- režim aplikace zkušebního napětí (do vodiče a uzemnění, do vodičů a do skříněk);
- pořadí aplikace zkušebního napětí na vstupy/výstupy EUT;
- reprezentativní provozní podmínky EUT;
- pomocné zařízení.

Síťové napájení, signál a ostatní elektrické veličiny musí být použity v jejich jmenovitém rozsahu. Nejsou-li skutečné zdroje provozního signálu k dispozici, mohou se simulovat. Před aplikováním zkušebního napětí se musí provést předběžné ověření funkce zařízení uspořádaného v úplné zkušební sestavě.

a) Zkouška do vodiče a uzemnění (nesymetricky)

Zkušební napětí se musí aplikovat přes vazební síť mezi každým obvodem a uzemněním (GRP).

Jedna ze svorek zkušebního generátoru musí být spojena s uzemněním (GRP). Druhá svorka generátoru se musí vodičem spojit se všemi vzájemně propojenými vstupními svorkami vazební sítě.

U zkušebních obvodů s více než dvěma svorkami (například seskupování) se zkušební napětí musí aplikovat současně mezi všemi svorkami obvodu a země (GRP).

Příklady použití předpisů týkajících se různých typů vstupů/výstupů EUT jsou uvedeny na následujících obrázcích:

- Obrázek 5 - Vstup/výstup jednofázového střídavého/stejnoseměrného napájení, zkouška do vodiče a uzemnění;
- Obrázek 6 - Vstup/výstup střídavého trojfázového napájení, zkouška do vodiče a uzemnění;
- Obrázek 7 - Vstup/výstup jednotlivého obvodu, zkouška do vodiče a uzemnění;
- Obrázek 8 - Vstup/výstup skupiny obvodů se společnou zpětnou cestou, zkouška do vodiče a uzemnění;

Každý obrázek se týká sestavy realizované s GRP (obrázky 5a, 6a, 7a a 8a) a popřípadě s jednoúčelovými uzemňovacími spoji (obrázky 5b, 6b, 7b a 8b).

b) Zkouška do vodičů (symetricky)

Zkušební napětí se musí aplikovat přes vazební síť mezi každou reprezentativní kombinací svorek zkoušeného obvodu. Aplikuje se jen při zkoušce pomalou tlumenou oscilační vlnou.

Výstup zkušebního generátoru musí být plovoucí.

Příklady aplikace předpisů týkajících se různých typů vstupů/výstupů EUT jsou uvedeny na následujících obrázcích:

- Obrázek 9 - Vstup/výstup jednofázového střídavého/stejnoseměrného napájení, zkouška do vodičů;
- Obrázek 10 - Vstup/výstup střídavého trojfázového napájení, zkouška do vodičů;
- Obrázek 11 - Vstup/výstup jednotlivého obvodu, zkouška do vodičů;
- Obrázek 12 - Vstup/výstup skupiny obvodů se společnou zpětnou cestou, zkouška do vodičů;

Každý obrázek se týká sestavy realizované s GRP (obrázky 9a, 10a, 11a a 12a) a popřípadě s jednoúčelovými uzemňovacími spoji (obrázky 9b, 10b, 11b a 12b).

9 Vyhodnocení výsledků zkoušky

Výsledky zkoušky musí být klasifikovány na základě ztráty funkce nebo zhoršení provozu zkoušeného zařízení, ve vztahu k úrovni funkce definované výrobcem nebo žadatelem o zkoušku, nebo musí být předmětem dohody mezi výrobcem a zákazníkem kupujícím výrobek. Doporučené třídění je následující:

- a) normální funkce v mezích stanovených výrobcem, žadatelem o zkoušku nebo zákazníkem;
- b) dočasná ztráta funkce nebo zhoršení provozu, které přestane po zastavení rušení a sama se obnovuje normální funkce zkoušeného zařízení bez zásahu operátora;
- c) dočasná ztráta funkce nebo zhoršení provozu, které vyžaduje zásah operátora;

- d) ztráta funkce nebo zhoršení provozu, které není obnovitelné, což je způsobeno poškozením hardware nebo software, nebo ztrátou dat.

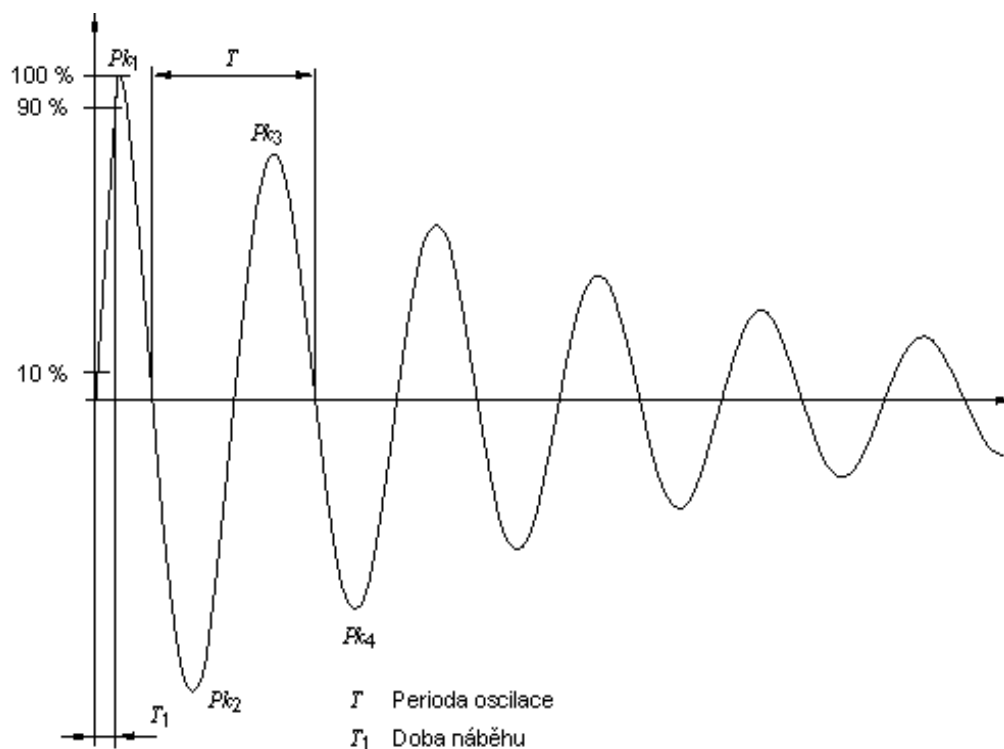
Specifikace výrobce může definovat účinky na EUT, které mohou být považovány za nevýznamné a proto přípustné.

Toto třídění může být použito jako návod při formulování funkčních kritérií komisemi zodpovědnými za kmenové normy, normy výrobku a normy skupiny výrobků nebo jako rámec pro dohodu o funkčních kritériích mezi výrobcem a zákazníkem kupujícím výrobek, například tam, kde není žádná vhodná kmenová norma, norma výrobku nebo norma skupiny výrobků.

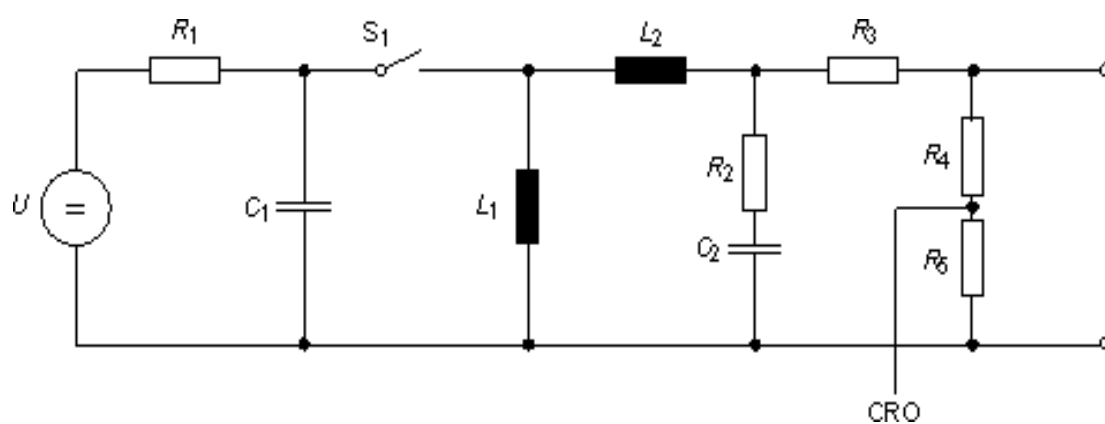
10 Protokol o zkoušce

Protokol o zkoušce musí obsahovat všechny informace potřebné pro opětné provedení zkoušky. Zejména musí být zaznamenáno následující:

- body specifikované v plánu zkoušky požadovaném touto normou;
- identifikace EUT a jakéhokoliv přidruženého zařízení, např. obchodní značka, typ výrobku, číslo série;
- identifikace zkušebního zařízení, např. obchodní značka, typ výrobku, číslo série;
- jakékoliv zvláštní podmínky prostředí, při kterých byla zkouška provedena, např. stínící kryt;
- jakékoliv specifické podmínky nutné k umožnění provedení zkoušky;
- funkční úroveň definovaná výrobcem, žadatelem o zkoušku nebo zákazníkem kupujícím výrobek;
- funkční kritérium specifikované v kmenové normě, normě výrobku nebo v normě skupiny výrobků;
- jakékoliv účinky na EUT pozorované během nebo po aplikování zkušebnímu rušení a doba trvání, po kterou tyto účinky setrvají;
- zdůvodnění rozhodnutí zda zařízení při zkoušce vyhovělo/nevyhovělo (založené na funkčním kritériu specifikovaném v kmenové normě, normě výrobku nebo v normě skupiny výrobků nebo dohodnutém mezi výrobcem a zákazníkem kupujícím výrobek);
- jakékoliv použité specifické podmínky, například délka nebo typ kabelu, stínění nebo uzemnění nebo provozní podmínky EUT, které jsou požadovány k dosažení shody.



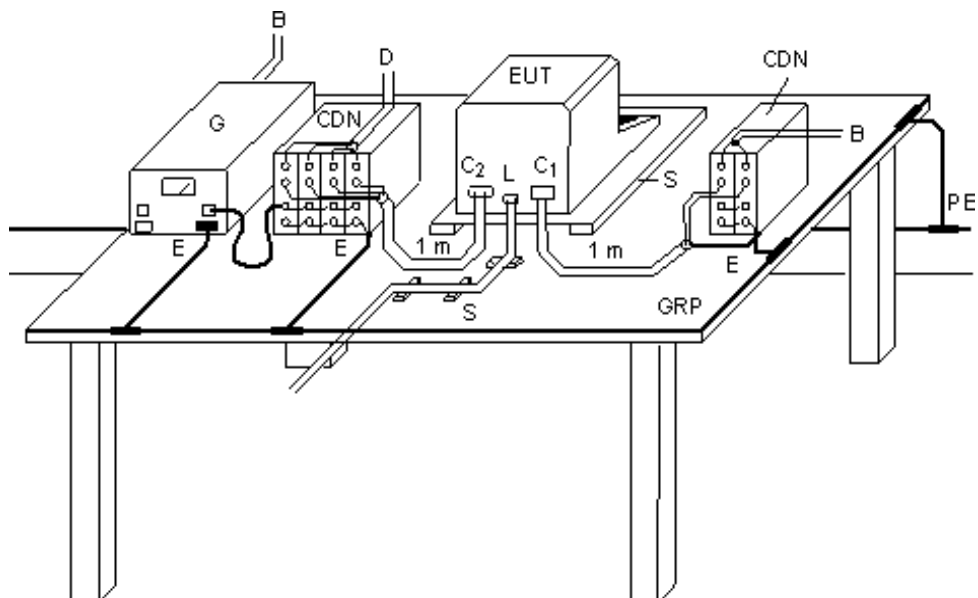
Obrázek 1 - Tvar tlumené oscilační vlny (napětí naprázdno)



Legenda

U	zdroj vysokého napětí	R_2	rezistor filtru
R_1	nabíjecí rezistor	L_2	indukčnost filtru
C_1	kondenzátor akumulující energii	C_2	kondenzátor filtru
S_1	spínač vysokého napětí	R_3	rezistor zdroje
L_1	cívka oscilačního obvodu	R_4, R_5	rezistory děliče napětí (nepovinné)
		CRO	signál monitorování (nepovinné)

Obrázek 2 - Příklad schématického obvodu zkušební generátoru tlumené oscilační vlny

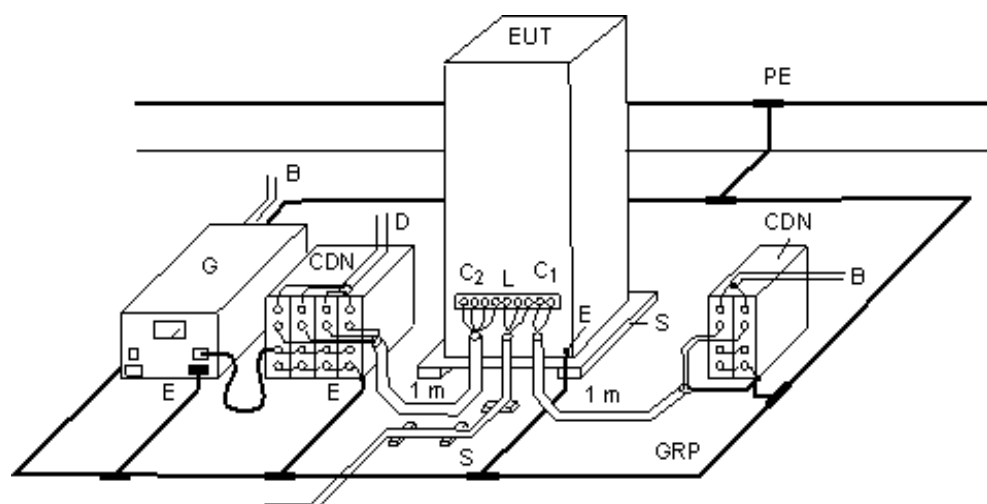


POZNÁMKA Zemní spoje by měly být pokud možno co nejkratší.

Legenda

PE	ochranná zem	EUT	zkoušené zařízení
B	napájecí zdroj	G	zkušební generátor
C ₁	vstup napájení	L	komunikační vstup/výstup
C ₂	vstup/výstup	GRP	referenční zemní rovina
D	zdroj signálu/ovládání	CDN	vazební/oddělovací síť
E	zemní spoj	S	izolační podložka

Obrázek 3 - Příklad zkušební sestavy pro zařízení na stole používající referenční zemní rovinu



POZNÁMKA Zemní spoje by měly být co nejkratší.

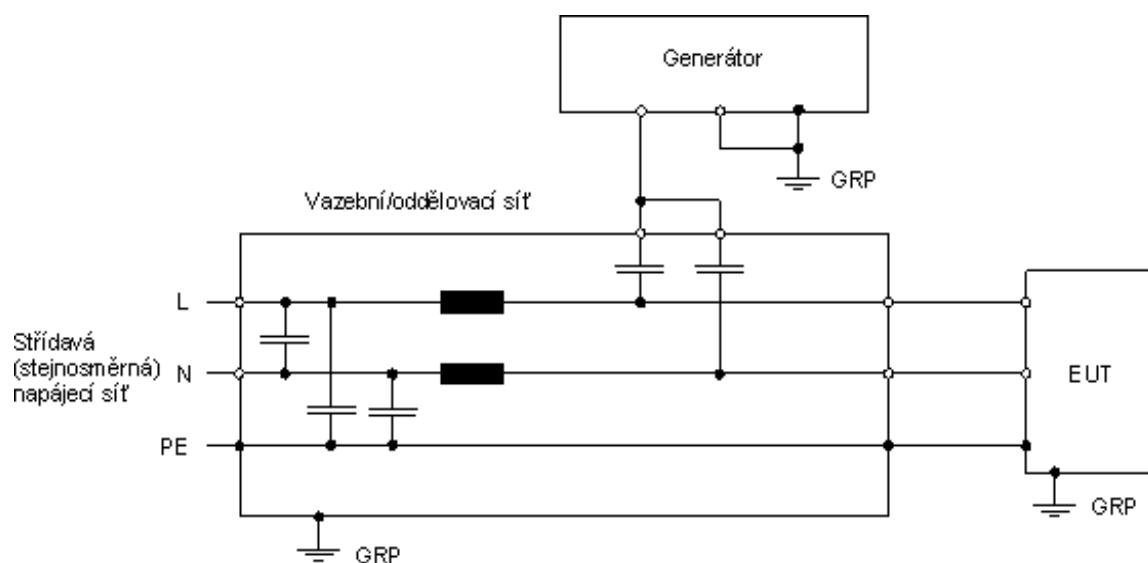
Legenda

PE	ochranná zem	EUT	zkoušené zařízení
B	napájecí zdroj	G	zkušební generátor

C_1	vstup napájení	L	komunikační vstup/výstup
C_2	vstup/výstup	GRP	referenční zemní rovina
D	zdroj signálu/ovládání	CDN	vazební/oddělovací síť
E	zemní spoj	S	izolační podložka

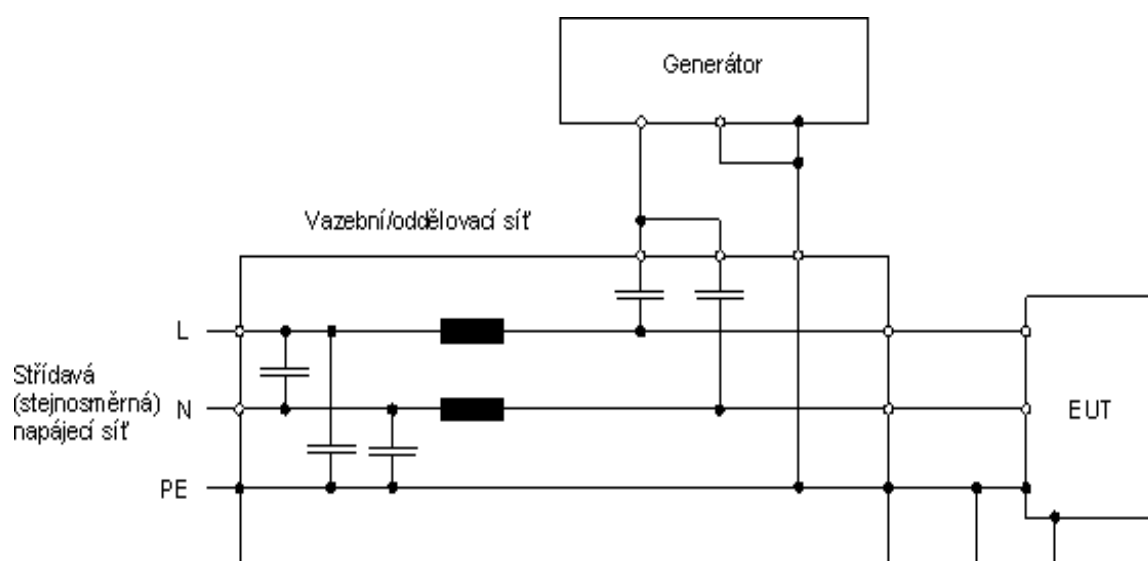
Obrázek 4 - Příklad zkušební sestavy pro zařízení stojící na zemi a používající referenční zemní rovinu

Strana 22



Maximální indukčnost oddělovací sekce CDN: 1,5 mH

Obrázek 5a - Sestava realizovaná s referenční zemní rovinou



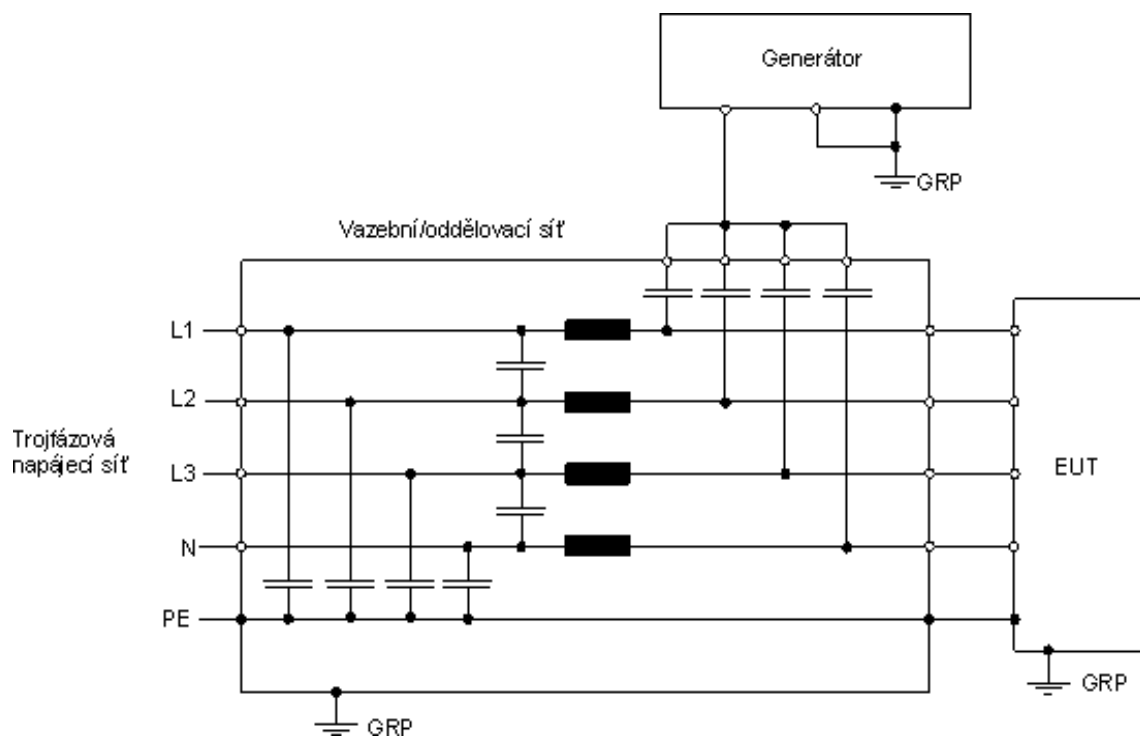
Maximální indukčnost oddělovací sekce CDN: 1,5 mH

Obrázek 5b - Sestava realizovaná s jednoúčelovým uzemňovacím spojem

POZNÁMKA Při zkoušce rychlou tlumenou oscilační vlnou výstup generátoru a vstup vazebního prostředku jsou koaxiální.

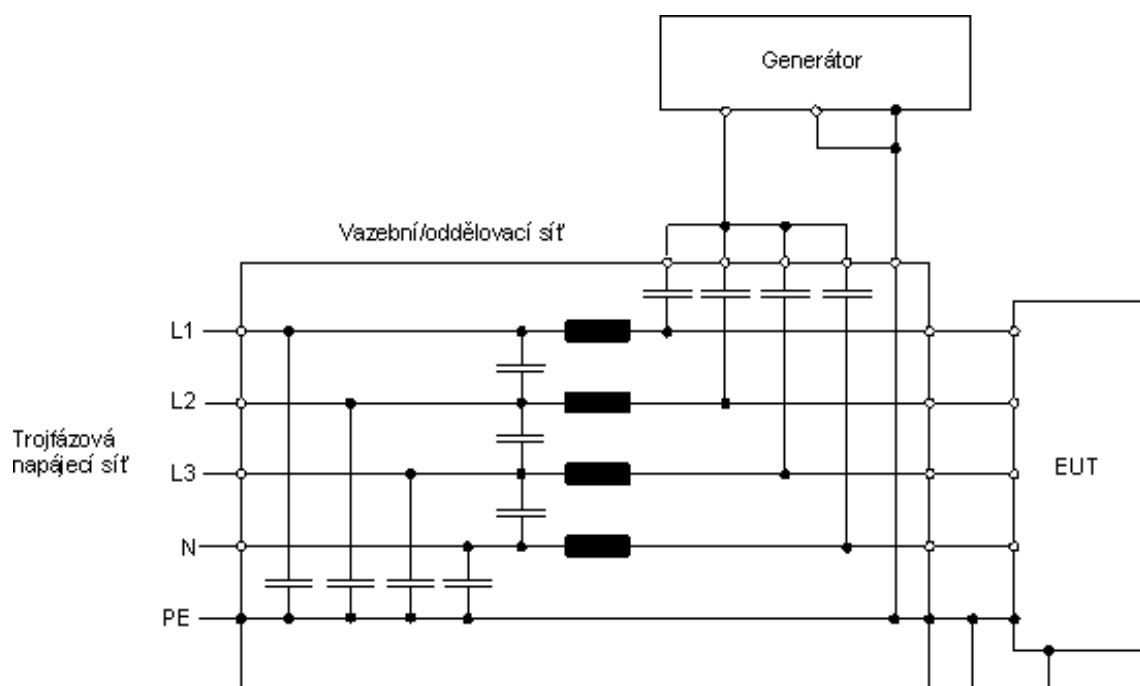
Obrázek 5 - Vstup/výstup jednofázového střídavého/stejnosměrného napájení, zkouška do vodiče a uzemnění

Strana 23



Maximální indukčnost oddělovací sekce CDN: 1,5 mH

Obrázek 6a - Sestava realizovaná s referenční zemní rovinou



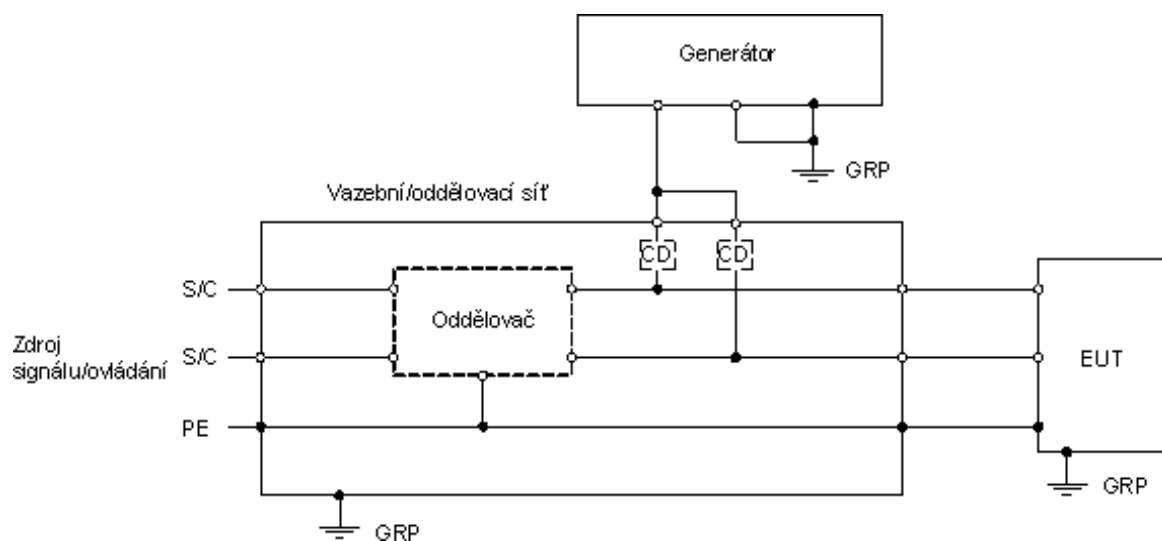
Maximální indukčnost oddělovací sekce CDN: 1,5 mH

Obrázek 6b - Sestava realizovaná s jednoúčelovým uzemňovacím spojem

POZNÁMKA Při zkoušce rychlou tlumenou oscilační vlnou výstup generátoru a vstup vazebního prostředku jsou koaxiální.

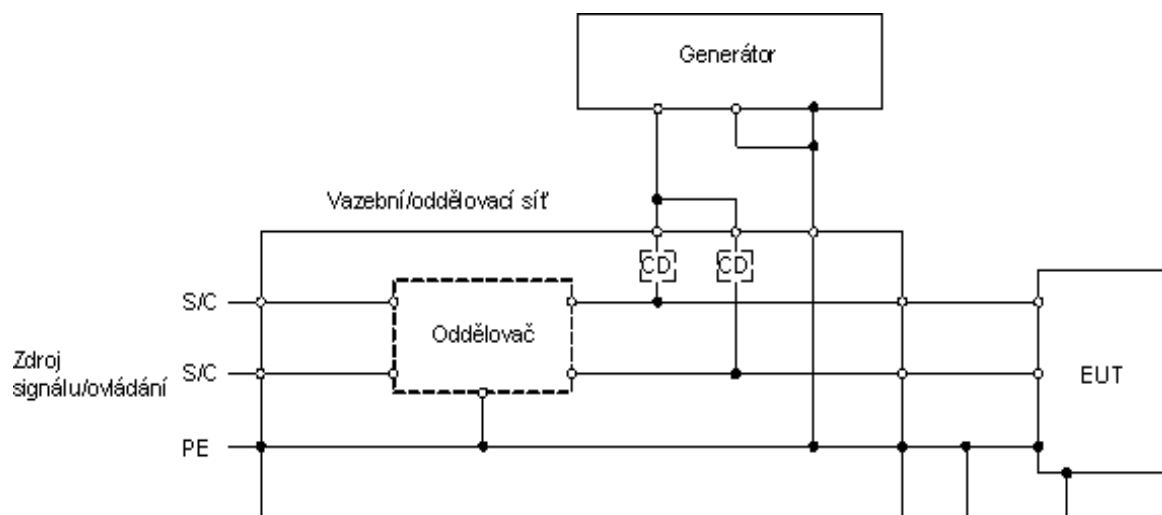
Obrázek 6 - Vstup/výstup střídavého trojfázového napájení, zkouška do vodiče a uzemnění

Strana 24



CD: Vazební prostředky

Obrázek 7a - Sestava realizovaná s referenční zemní rovinou



CD: Vazební prostředky

Obrázek 7b - Sestava realizovaná s jednoúčelovým uzemňovacím spojem

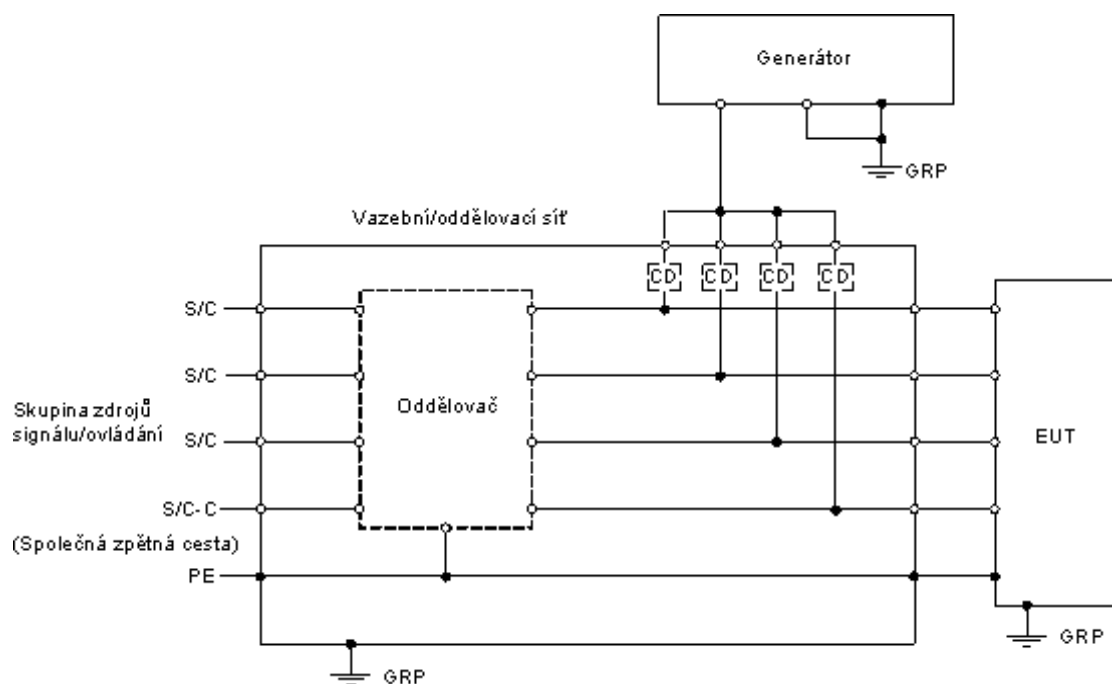
Při některých aplikacích byly vazební kondenzátory 0,5 mF nebo 33 nF nahrazeny jinými typy vazebních prostředků jako jsou bleskojiskry nebo omezovací obvody. Oddělovací sekce CDN je zhotovena s indukčností >1,5 mH (při zkoušce pomalou tlumenou oscilační vlnou) nebo >100 mH (při

zkoušce rychlou tlumenou oscilační vlnou).

POZNÁMKA Při zkoušce rychlou tlumenou oscilační vlnou výstup generátoru a vstup vazebního prostředku jsou koaxiální.

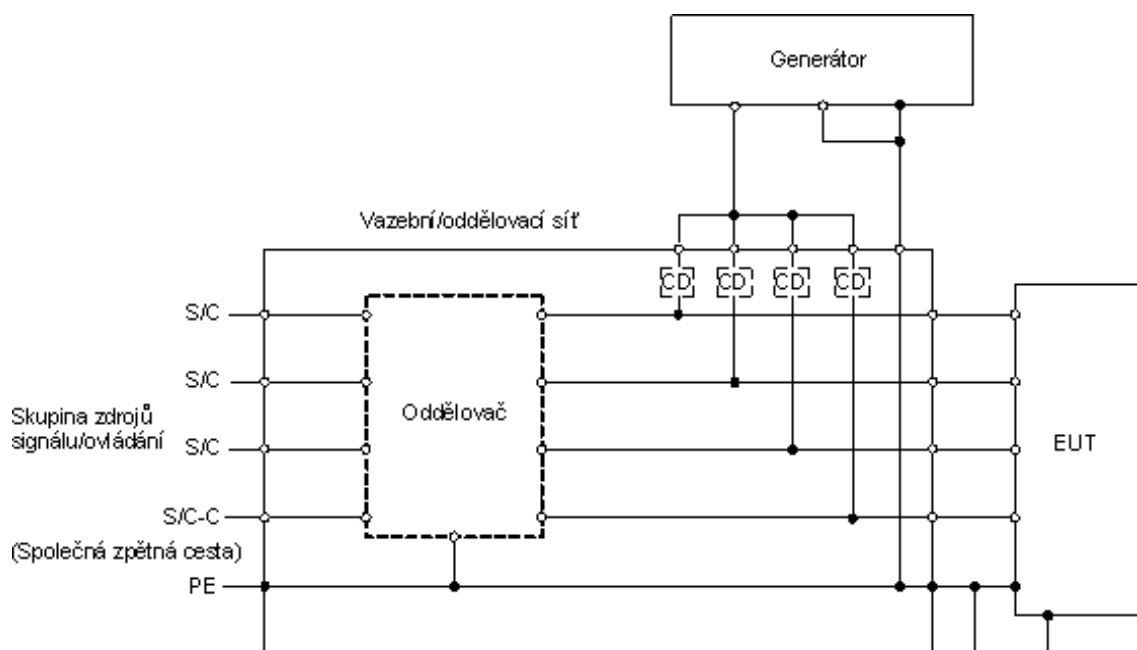
Obrázek 7 - Vstup/výstup jednotlivého obvodu, zkouška do vodiče a uzemnění

Strana 25



CD: Vazební prostředky

Obrázek 8a - Sestava realizovaná s referenční zemní rovinou



CD: Vazební prostředky

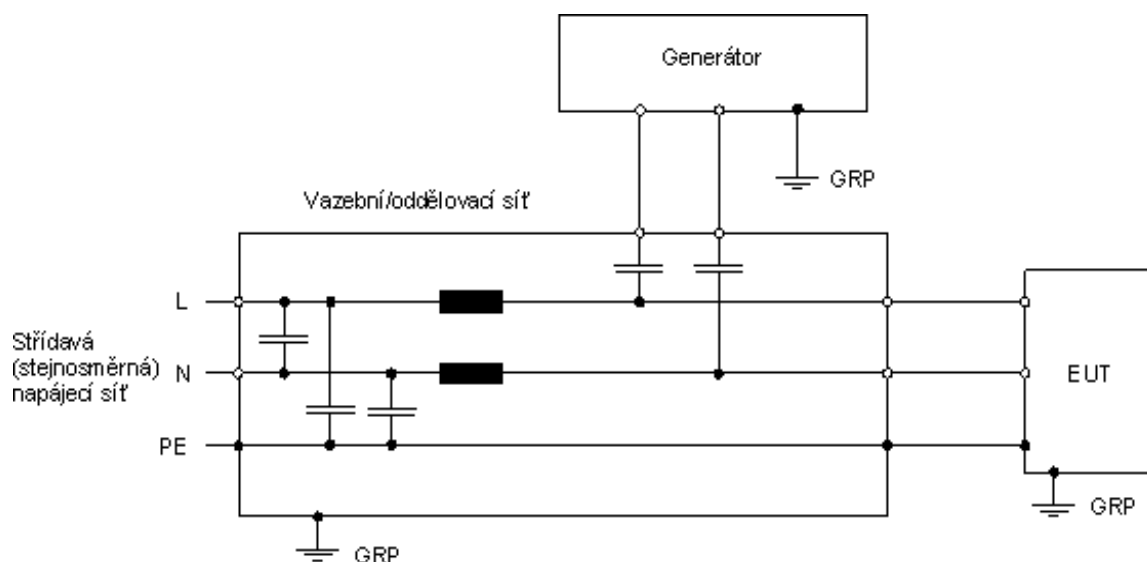
Obrázek 8b - Sestava realizovaná s jednoúčelovým uzemňovacím spojem

Při některých aplikacích byly vazební kondenzátory 0,5 mF nebo 33 nF nahrazeny jinými typy vazebních prostředků jako jsou bleskojistky nebo omezovací obvody. Oddělovací sekce CDN je zhotovena s indukčností $>1,5$ mH (při zkoušce pomalou tlumenou oscilační vlnou) nebo >100 mH (při zkoušce rychlou tlumenou oscilační vlnou).

POZNÁMKA Při zkoušce rychlou tlumenou oscilační vlnou výstup generátoru a vstup vazebního prostředku jsou koaxiální.

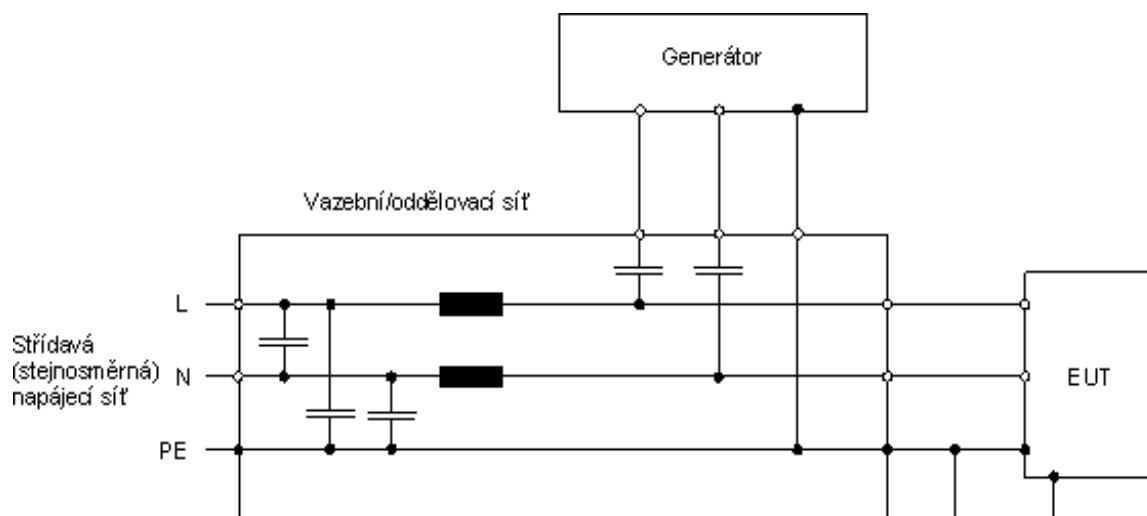
Obrázek 8 - Vstup/výstup skupiny obvodů se společnou zpětnou cestou, zkouška do vodiče a uzemnění

Strana 26



Maximální indukčnost oddělovací sekce CDN: 1,5 mH

Obrázek 9a - Sestava realizovaná s referenční zemní rovinou



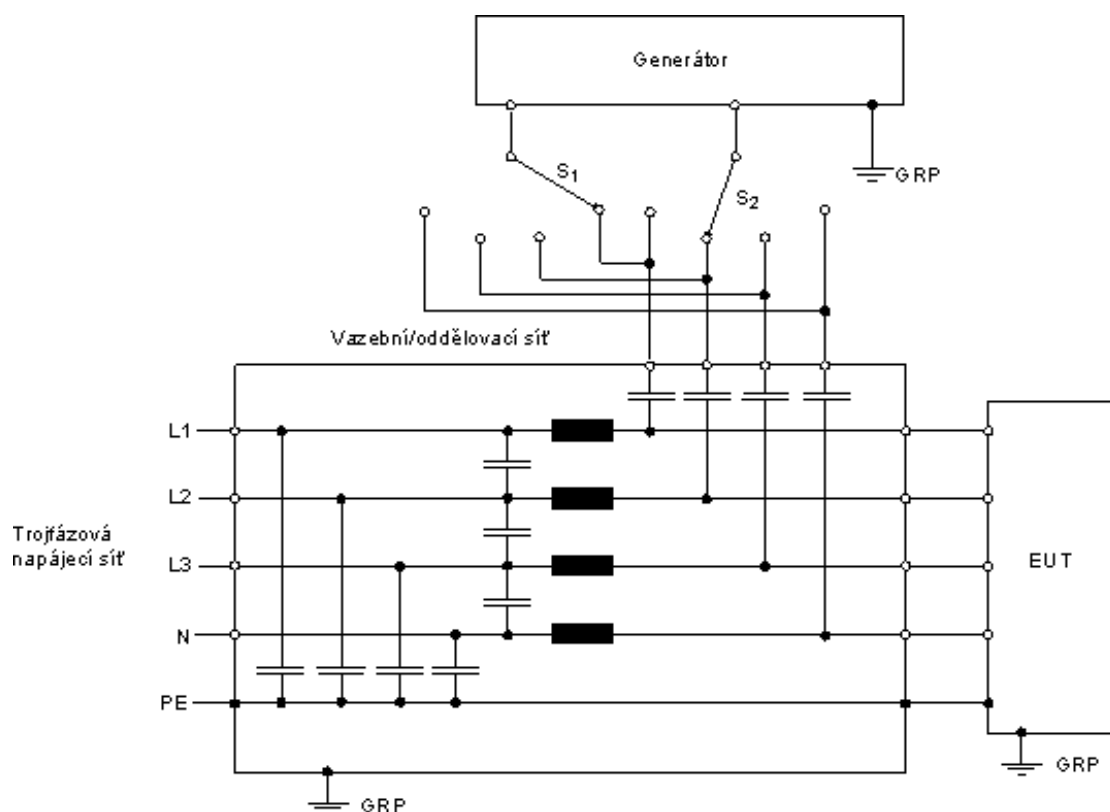
Maximální indukčnost oddělovací sekce CDN: 1,5 mH

Obrázek 9b - Sestava realizovaná s jednoúčelovým uzemňovacím spojem

POZNÁMKA 1 Ve vazební sekci postačuje v jednom vedení jen jeden kondenzátor a druhý vodič se připojuje ke generátoru přímo.

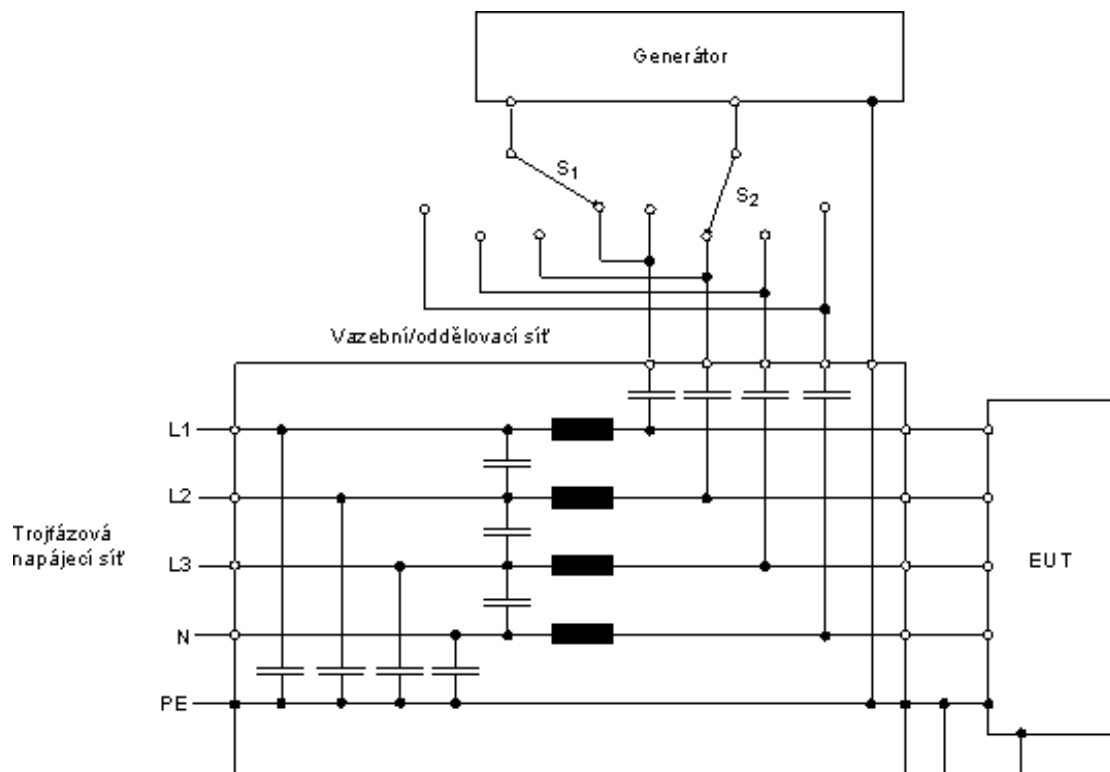
POZNÁMKA 2 Při zkoušce rychlou tlumenou oscilační vlnou výstup generátoru a vstup vazebního prostředku jsou koaxiální.

Obrázek 9 - Vstup/výstup jednofázového střídavého/stejnoseměrného napájení, zkouška do vodičů



Maximální indukčnost oddělovací sekce CDN: 1,5 mH

Obrázek 10a - Sestava realizovaná s referenční zemní rovinou



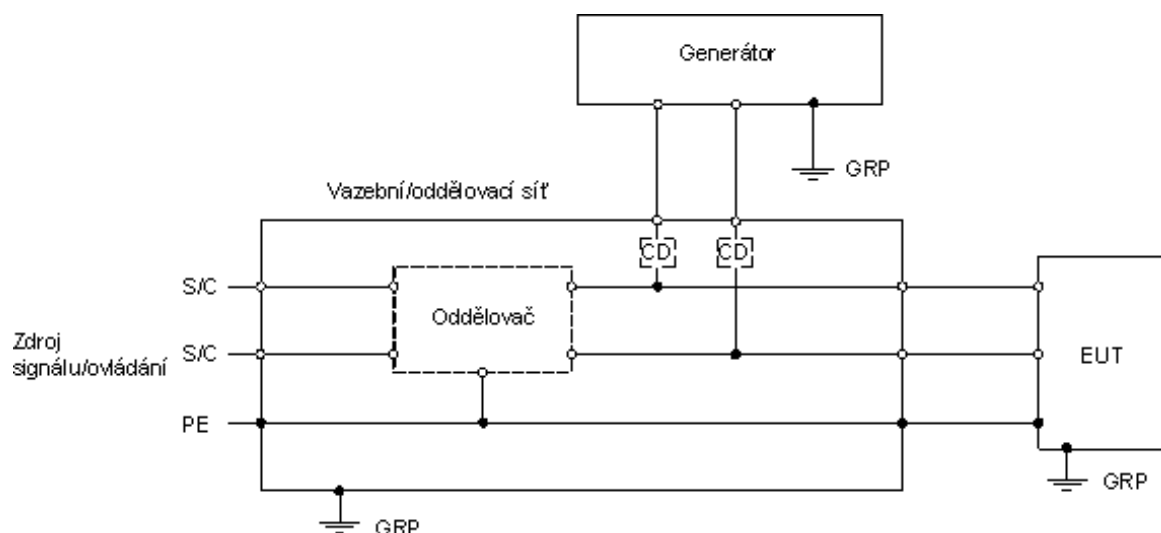
Maximální indukčnost oddělovací sekce CDN: 1,5 mH

Obrázek 10b - Sestava realizovaná s jednoúčelovým uzemňovacím spojem

POZNÁMKA Při zkoušce rychlou tlumenou oscilační vlnou výstup generátoru a vstup vazebního prostředku jsou koaxiální.

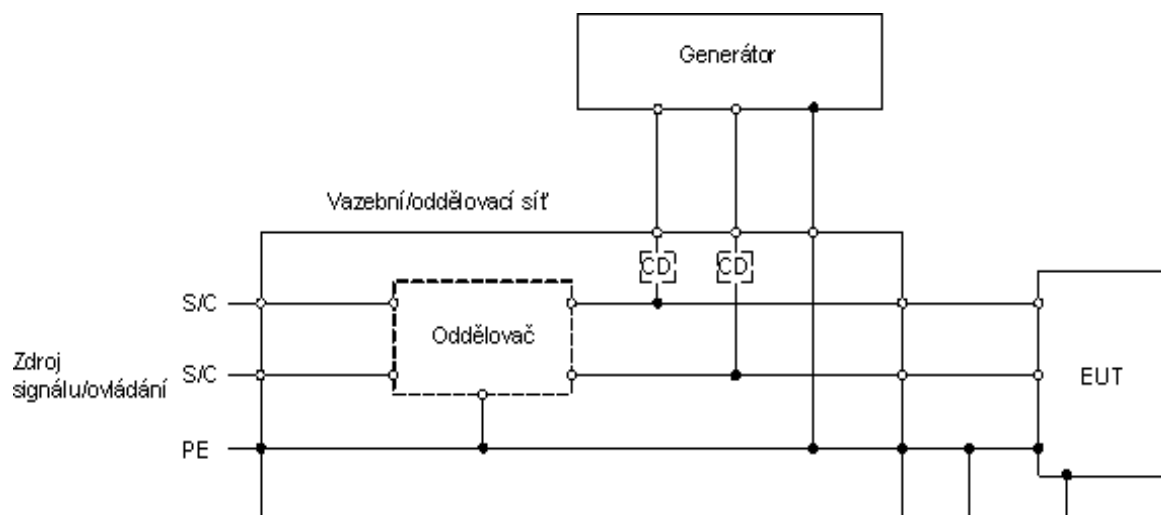
Obrázek 10 - Vstup/výstup střídavého trojfázového napájení, zkouška do vodičů

Strana 28



CD: Vazební prostředky

Obrázek 11a - Sestava realizovaná s referenční zemní rovinou



CD: Vazební prostředky

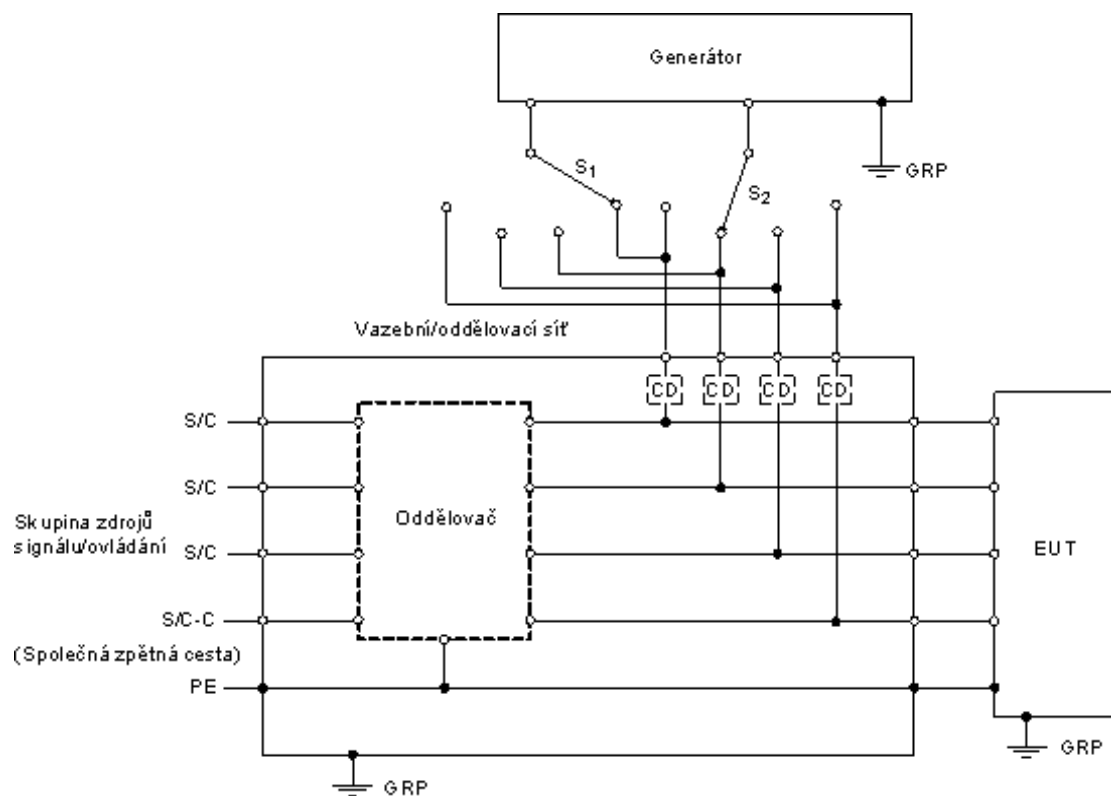
Obrázek 11b - Sestava realizovaná s jednoúčelovým uzemňovacím spojem

Při některých aplikacích byly vazební kondenzátory 0,5 mF nebo 33 nF nahrazeny jinými typy vazebních prostředků jako jsou bleskojistky nebo omezovací obvody. Oddělovací sekce CDN je zhotovena s indukčností $>1,5$ mH (při zkoušce pomalou tlumenou oscilační vlnou) nebo >100 mH (při zkoušce rychlou tlumenou oscilační vlnou).

POZNÁMKA 1 Ve vazební sekci postačuje v jednom vedení jen jeden kondenzátor a druhý vodič se připojuje ke generátoru přímo.

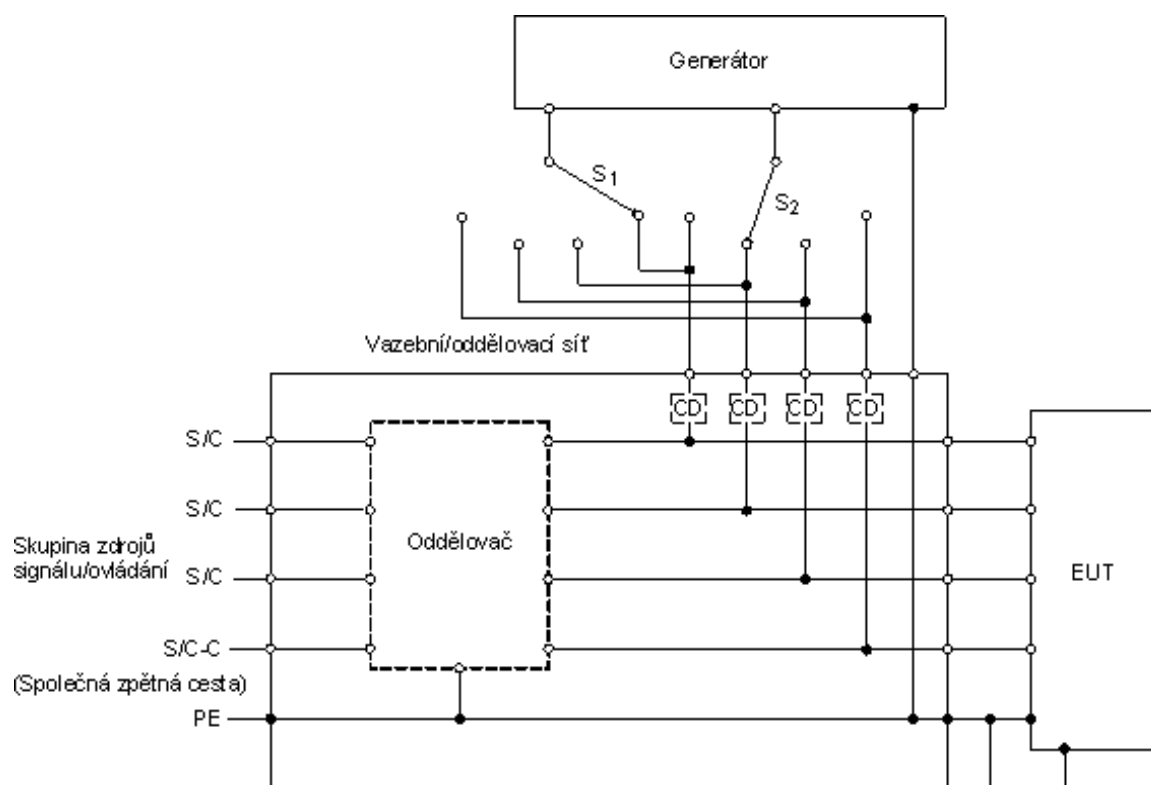
POZNÁMKA 2 Při zkoušce rychlou tlumenou oscilační vlnou výstup generátoru a vstup vazebního prostředku jsou koaxiální.

Obrázek 11 - Vstup/výstup jednotlivého obvodu, zkouška do vodičů



CD: Vazební prostředky

Obrázek 12a - Sestava realizovaná s referenční zemní rovinou



CD: Vazební prostředky

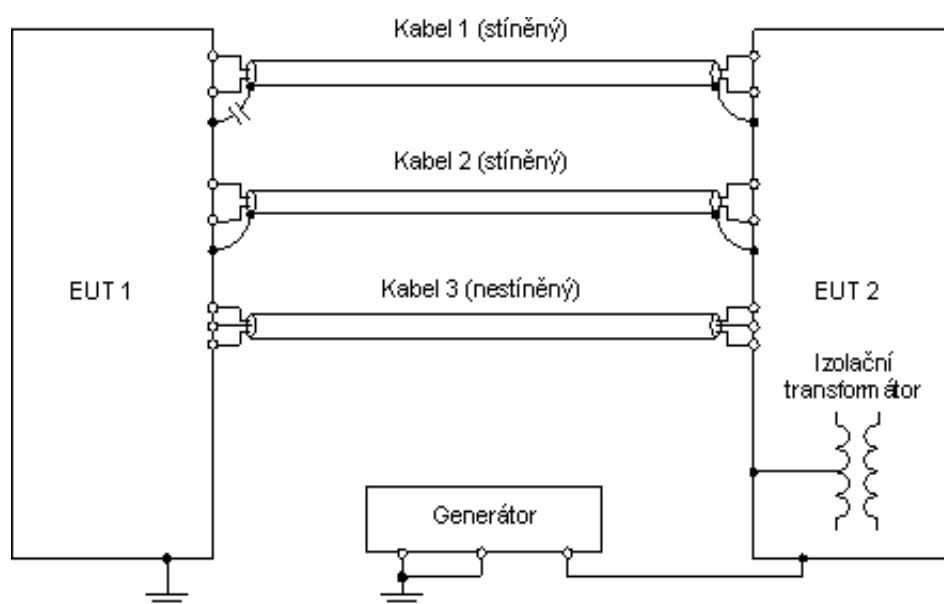
Obrázek 12b - Sestava realizovaná s jednoúčelovým uzemňovacím spojem

Při některých aplikacích byly vazební kondenzátory 0,5 mF nebo 33 nF nahrazeny jinými typy vazebních prostředků jako jsou bleskojistky nebo omezovací obvody. Oddělovací sekce CDN je zhotovena s indukčností $>1,5$ mH (při zkoušce pomalou tlumenou oscilační vlnou) nebo >100 mH (při zkoušce rychlou tlumenou oscilační vlnou).

POZNÁMKA Při zkoušce rychlou tlumenou oscilační vlnou výstup generátoru a vstup vazebního prostředku jsou koaxiální.

Obrázek 12 - Vstup/výstup skupiny obvodů se společnou zpětnou cestou, zkouška do vodičů

Strana 31



Obrázek 13 - Zkouška systému s komunikačními vstupy/výstupy s rychlými provozními signály (výstup generátoru je uzemněn)

Strana 32

Příloha A (informativní)

Informace o zkušebních úrovních pro tlumenou oscilační vlnu

Na základě běžné instalační praxe, která předpokládá použití stíněných kabelů se stíněním uzemněným na obou koncích, jsou doporučené výběry zkušebních úrovní pro tlumené oscilační vlny na vstupech/výstupech zařízení následující:

Úroveň 1: Vstupy/výstupy připojené na kabely probíhající v omezené oblasti dozorny.

Úroveň 2: Vstupy/výstupy připojené na kabely zařízení v dozorně a reléovém domku (kiosku). Dotyčné zařízení je instalováno v dozorně a reléovém domku.

- Úroveň 3: Vstupy/výstupy připojené na kabely zařízení instalovaných v reléovém domku. Dotyčná zařízení jsou instalována v reléovém domku. Pro tato zařízení se předpokládá úroveň 3 o hodnotě 2,5 kV.
- Úroveň 4: Pomalé tlumené oscilační vlny se neaplikují na zařízení určená pro použití v rozvodnách, zejména v rozvodnách velmi vysokého napětí, zatímco rychlé tlumené oscilační vlny se aplikují. Pokud se tato úroveň považuje za nutnou měly by se uplatnit vhodné metody zmírňování vlivů.

Úroveň x: Zvláštní situace určené k analyzování.

Zkušební úrovně by se měly vybrat podle nejrealističtějších podmínek instalace a prostředí.

Při aplikacích HEMP kmenová norma IEC 61000-6-6 popisuje specifické podmínky pro aplikování úrovní 1 až 4 a rovněž i úrovně x.

Strana 33

Bibliografie

- [1] IMPOSIMATO, C., HOFFELMAN, J., ERIKSSON, A., SIEW, WH., PRETORIUS, PH., WONG, PS. *EMI Characterization of HVAC Substations - Updated data and Influence on Immunity Assessment*. CIGRE Paper 36-108, Paris, 2002.
- [2] IEC 60816 *Guide on methods of measurement of short duration transients on low voltage power and signal lines*
- [3] IEC 60694 *Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards*

POZNÁMKA Je v souladu s EN 60694:1996 (nemodifikovaná).

- [4] IEC 61000-2-9 *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2: Environment - Section 9: Description of HEMP environment - Radiated disturbance*

POZNÁMKA Je v souladu s EN 61000-2-9:1996 (nemodifikovaná).

- [5] IEC 61000-2-10 *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2-10: Environment - Description of HEMP environment - Conducted disturbance*

POZNÁMKA Je v souladu s EN 61000-2-10:1999 (nemodifikovaná).

- [6] IEC 60068-1 *Environmental testing - Part 1: General and guidance*

POZNÁMKA Je v souladu s EN 60068-1:1994 (nemodifikovaná).

- [7] IEC 61000-4-25 *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-25: Testing and measurement techniques - HEMP immunity test methods for equipment and systems*

POZNÁMKA Je v souladu s EN 61000-4-25:2002 (nemodifikovaná).

- [8] IEC 61010-1 *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 1: General requirements*

POZNÁMKA Je v souladu s EN 61010-1:2001 (nemodifikovaná).

- [9] IEC Guide 107 *Electromagnetic compatibility - Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications*

Strana 34

Příloha ZA (normativní)

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>
IEC 60050-161	- 1)	Mezinárodní elektrotechnický slovník Kapitola 161: Elektromagnetická kompatibilita	-	-
IEC 61000-4-4	- 1)	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Část 4-4: Zkušební a měřicí technika - Rychlé elektrické přechodné jevy/skupiny impulsů - zkouška odolnosti	EN 61000-4-4	2004 ²⁾
IEC 61000-6-6	- 1)	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Část 6-6: Odolnost vnitřních zařízení proti HEMP	-	-

1) Nedatovaný odkaz.

2) Platí vydání v datu publikování

Strana 35

Prázdná strana

-- Vynechaný text --