

DIN EN 55016-1-2
(VDE 0876-16-1-2)


Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.



ICS 33.100.01

Ersatz für

DIN EN 55016-1-2
(VDE 0876-16-1-2):2015-02
 Siehe Anwendungsbeginn

Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit –
Teil 1-2: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit –
Koppeleinrichtungen zur Messung der leitungsgeführten Störaussendung (CISPR 16-1-2:2014 + A1:2017);
Deutsche Fassung EN 55016-1-2:2014 + A1:2018

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –
 Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus –
 Coupling devices for conducted disturbance measurements
 (CISPR 16-1-2:2014 + A1:2017);
 German version EN 55016-1-2:2014 + A1:2018

Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques –
 Partie 1-2: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques –
 Dispositifs de couplage pour la mesure des perturbations conduites
 (CISPR 16-1-2:2014 + A1:2017);
 Version allemande EN 55016-1-2:2014 + A1:2018

Gesamtumfang 103 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2014-04-25 angenommene Europäische Norm und die am 2017-12-12 angenommene Änderung A1 als DIN-Norm ist 2019-10-01.

Für DIN EN 55016-1-2 (VDE 0876-16-1-2):2015-02 besteht eine Übergangsfrist bis 2020-12-12.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 55016-1-2/A1 (VDE 0876-16-1-2/A1):2017-02.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 767.4 „Geräte und Verfahren zum Messen von elektromagnetischen Aussendungen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die Änderung A1 wurde in den Text eingearbeitet und durch eine senkrechte Linie am linken Seitenrand gekennzeichnet.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom CIS/A „Radio-interference measurements and statistical methods“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieses Dokuments bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu diesem Dokument angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees das Dokument

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 55016-1-2 (VDE 0876-16-1-2):2015-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Änderung der Wortlaute der Definitionen 3.1.3, 3.1.4, 3.1.5, 3.1.6 und 3.1.14 sowie Hinzufügung von 3.1.15;
- b) Streichung der Abkürzung „AN“ in 3.2 (da in 3.1 vorhanden) und Hinzufügung von weiteren Abkürzungen in der entsprechenden Abkürzungsliste;
- c) Erweiterung der Überschrift von Abschnitt 4 und Änderung von 4.1, um alle Stromversorgungs-Netznachbildungen zu berücksichtigen, die entweder mit Stromversorgungsnetz- oder mit anderen Stromversorgungsanschlüssen verbunden werden;
- d) Erweiterung der Überschrift von 4.2 und Änderung des entsprechenden Abschnitts, um alle Stromversorgungs-Netznachbildungen zu berücksichtigen, die entweder mit Stromversorgungsnetz- oder mit anderen Stromversorgungsanschlüssen verbunden werden;
- e) Streichung von 4.6;
- f) Erweiterung der Überschrift von 4.7.1 und Änderung des entsprechenden Abschnitts einschließlich der Hinzufügung der Tabellen 8 und 9, um alle Stromversorgungs-Netznachbildungen zu berücksichtigen, die entweder mit Stromversorgungsnetz- oder mit anderen Stromversorgungsanschlüssen verbunden werden;
- g) Ersatz der Festlegungen von 4.7.2 durch eine Verweisung auf Anhang K;
- h) Hinzufügung von 4.7.3;
- i) Erweiterung der Überschrift von Anhang A;
- j) Streichung von A.5;
- k) Änderung von Bild A.2 und des Berechnungsbeispiels für die Eigenschaften der Netznachbildung in A.6;
- l) Hinzufügung von Anhang K;

m) redaktionelle Überarbeitung.

Frühere Ausgaben

DIN 57876: 1949-11

DIN 57876-1 (VDE 0876-1): 1978-09

DIN 57876-1a (VDE 0876-1a): 1980-06

DIN EN 55016-1-2 (VDE 0876-16-1-2): 2005-09, 2007-08, 2015-02

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050 (alle Teile)	^a	–
EN 55016 (alle Teile)	CISPR 16 (alle Teile)	DIN EN 55016 (VDE 0876-16) (alle Teile) DIN EN 55016 (VDE 0877-16) (alle Teile)	VDE 0876-16 VDE 0877-16
EN 55016-1-1:2010 + A1:2010 + A2:2014	CISPR 16-1-1:2010 + A1:2010 + A2:2014	DIN EN 55016-1-1 (VDE 0876-16-1-1):2015-05	VDE 0876-16-1-1
EN 55016-2 (alle Teile)	CISPR 16-2 (alle Teile)	DIN EN 55016-2 (VDE 0877-16-2) (alle Teile)	VDE 0877-16-2
EN 55016-2-1:2014	CISPR 16-2-1:2014	DIN EN 55016-2-1 (VDE 0877-16-2-1):2014-12	VDE 0877-16-2-1
–	CISPR/TR 16-3	–	–
–	CISPR 16-4 (alle Teile)	–	–
EN 55016-4-2:2011 + A1:2014	CISPR 16-4-2:2011 + A1:2014	DIN EN 55016-4-2 (VDE 0876-16-4-2):2014-11	VDE 0876-16-4-2
–	CISPR/TR 16-4-3:2004	–	–
EN 55022	CISPR 22	DIN EN 55022 (VDE 0878-22)	VDE 0878-22
EN 61000-4-6:2009 ersetzt durch: EN 61000-4-6:2014	IEC 61000-4-6:2008 ersetzt durch: IEC 61000-4-6:2013	DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2009-12 ersetzt durch: DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2014-08	VDE 0847-4-6
–	IEC Guide 107	–	–
–	ISO/IEC Guide 99:2007 ^b	–	–
–	ITU-R Recommendation G.117 ^c	–	–
–	ITU-R Recommendation O.9 ^c	–	–

Tabelle NA.1 (2 von 2)

a	„Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .
b	ISO/IEC Guide 99:2007: Internationales Wörterbuch der Metrologie.
c	Die ITU-Empfehlungen und Berichte sind in Deutschland nicht als Normen veröffentlicht, aber für den Rundfunksektor weltweit anerkannt. Sie sind erhältlich bei der Internationalen Fernmeldeunion (en: International Telecommunication Union), Place des Nations, CH-1211 Geneva, Schweiz.

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 55016 (VDE 0876-16) (alle Teile), *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit*

DIN EN 55016 (VDE 0877-16) (alle Teile), *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit*

DIN EN 55016-1-1 (VDE 0876-16-1-1):2015-05, *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 1-1: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Messgeräte (CISPR 16-1-1:2010 + A1:2010 + A2:2014); Deutsche Fassung EN 55016-1-1:2010 + A1:2010 + A2:2014*

DIN EN 55016-2 (VDE 0877-16-2) (alle Teile), *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 2: Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit*

DIN EN 55016-2-1 (VDE 0877-16-2-1):2014-12, *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 2-1: Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Messung der leitungsgeführten Störaussendung. (CISPR 16-2-1:2014); Deutsche Fassung EN 55016-2-1:2014*

DIN EN 55016-4-2 (VDE 0876-16-4-2):2014-11, *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 4-2: Unsicherheiten, Statistik und Modelle zur Ableitung von Grenzwerten (Störmodelle) – Messgeräte-Unsicherheit (CISPR 16-4-2:2011 + A1:2014); Deutsche Fassung EN 55016-4-2:2011 + A1:2014*

DIN EN 55022 (VDE 0878-22), *Einrichtungen der Informationstechnik – Funkstöreigenschaften – Grenzwerte und Messverfahren*

DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2014-08, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren – Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder (IEC 61000-4-6:2013); Deutsche Fassung EN 61000-4-6:2014*

Deutsche Fassung

Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung
der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit –
Teil 1-2: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung
(Funkstörungen) und Störfestigkeit –
Koppeleinrichtungen zur Messung der leitungsgeführten Störaussendung
(CISPR 16-1-2:2014 + A1:2017)

Specification for radio disturbance and immunity
measuring apparatus and methods –
Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring
apparatus –
Coupling devices for conducted disturbance
measurements
(CISPR 16-1-2:2014 + A1:2017)

Spécifications des méthodes et des appareils de
mesure des perturbations radioélectriques
et de l'immunité aux perturbations radioélectriques –
Partie 1-2: Appareils de mesure des perturbations
radioélectriques et de l'immunité aux perturbations
radioélectriques –
Dispositifs de couplage pour la mesure des
perturbations conduites
(CISPR 16-1-2:2014 + A1:2017)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2014-04-25 und die A1 am 2017-12-12 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

© 2018 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 55016-1-2:2014 + A1:2018 D

Vorwort

Der Text des Dokuments CISPR/A/1051/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe der CISPR 16-1-2, erarbeitet vom SC A „Radio-interference measurements and statistical methods“ des IEC/TC CISPR „International special committee on radio interference“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als **EN 55016-1-2:2014** angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2015-01-25
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2017-04-25

Dieses Dokument ersetzt EN 55016-1-2:2004.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm **CISPR 16-1-2:2014** wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

CISPR 16-2 (alle Teile)	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 55016-2 (nicht modifiziert).
CISPR 16-4 (alle Teile)	ANMERKUNG	Nur Teil 4-2 harmonisiert als EN 55016-4-2 .
CISPR 22	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 55022 .

Europäisches Vorwort zu A1

Der Text des Dokuments CISPR/A/1222/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der CISPR 16-1-2:2014/A1, erarbeitet vom IEC/SC CISPR A „Radio-interference measurements and statistical methods“ des IEC/TC CISPR „International special committee on radio interference“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 55016-1-2:2014/A1:2018 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2018-09-12
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2020-12-12

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm CISPR 16-1-2:2014/A1:2017 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen)..

ANMERKUNG 1 Ist eine internationale Publikation durch gemeinsame Abänderungen modifiziert worden, gekennzeichnet durch (mod.), dann gilt die entsprechende EN oder das HD.

ANMERKUNG 2 Aktualisierte Informationen über die in diesem Anhang aufgeführten aktuellen Fassungen der Europäischen Normen sind hier verfügbar: www.cenelec.eu.

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
CISPR 16-1-1	2010	Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus	EN 55016-1-1	2010
CISPR 16-2-1	2014	Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements	EN 55016-2-1	2014
CISPR 16-4-2	2011	Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Measurement instrumentation uncertainty	EN 55016-4-2	2011
IEC 61000-4-6	2008	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	EN 61000-4-6	2009
IEC 60050	Reihe	International Electrotechnical Vocabulary	–	–

Inhalt

Seite

Vorwort	2
Europäisches Vorwort zu A1	3
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	4
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe und Abkürzungen	11
3.1 Begriffe	11
3.2 Abkürzungen	14
4 Netznachbildungen für Wechselstrom-Netz- und andere Stromversorgungsanschlüsse	14
4.1 Allgemeines	14
4.2 Impedanzen der Netznachbildung	15
4.3 (50 Ω /50 μ H + 5 Ω)-V-Stromversorgungs-Netznachbildung (V-AMN) zur Verwendung im Frequenzbereich 9 kHz bis 150 kHz	16
4.4 (50 Ω /50 μ H)-V-Stromversorgungs-Netznachbildung (V-AMN) zur Verwendung im Frequenzbereich 0,15 MHz bis 30 MHz	16
4.5 (50- Ω /5- μ H + 1 Ω)-V-Stromversorgungs-Netznachbildung (V-AMN) zur Verwendung im Frequenzbereich 150 kHz bis 108 MHz	17
4.6 (Leer)	19
4.7 150- Ω -Delta-Netznachbildung (Δ -AN) zur Verwendung für Stromversorgungs-Netz- und andere Stromversorgungsanschlüsse im Frequenzbereich 150 kHz bis 30 MHz	19
4.7.1 Anforderungen	19
4.7.2 Messung der Kennwerte von Delta-Netznachbildungen	21
4.7.3 Stromtragfähigkeit und Serien-Spannungsabfall	21
4.8 Entkopplung	21
4.8.1 Anforderung	21
4.8.2 Messverfahren	21
4.9 Stromtragfähigkeit und Serien-Spannungsabfall	22
4.10 Modifizierte Bezugsmasse-Verbindung	22
4.11 Messung des Spannungsteilungsmaßes von V-Stromversorgungs-Netznachbildungen	23
5 Stromwandler und Spannungstastköpfe	24
5.1 Stromwandler	24
5.1.1 Allgemeines	24
5.1.2 Aufbau	24
5.1.3 Eigenschaften	24
5.2 Spannungstastkopf	25
5.2.1 Spannungstastkopf mit hohem Innenwiderstand	25
5.2.2 Kapazitiver Tastkopf	26
6 Koppereinheiten zur Messung der Einströmungs-Störfestigkeit	28
6.1 Allgemeines	28

6.2	Eigenschaften	28
6.2.1	Allgemeines	28
6.2.2	Impedanz	28
6.2.3	Einfügdungsdpfung	29
7	Koppeleinrichtungen zur Messung auf Signalleitungen	29
7.1	Allgemeines	29
7.2	Anforderungen an asymmetrische Netznachbildungen (oder Y-Netznachbildungen)	30
7.3	Anforderungen an Netznachbildungen zur Verwendung bei koaxialen oder anderen geschirmten Leitungen	33
8	Handnachbildung („Künstliche Hand“) und RC-Kombination	34
8.1	Allgemeines	34
8.2	Aufbau der Handnachbildung und der RC-Kombination	34
8.3	Verwendung der Handnachbildung	35
9	Koppel-/Entkoppelnetzwerke für Aussendungsmessungen zur Messung von Störspannungen im Frequenzbereich 30 MHz bis 300 MHz	38
9.1	Ausrüstung	38
9.1.1	Allgemeines	38
9.1.2	Beschreibung der Messung mit Hilfe eines Koppel-/Entkoppelnetzwerks für Aussendungsmessungen	38
9.1.3	Beschreibung der Bezugsmassefläche	39
9.2	Technische Anforderungen an das CDNE- X	39
9.2.1	Mechanische und elektrische Kennwerte	39
9.2.2	Validierung des Koppel-/Entkoppelnetzwerks für Aussendungsmessungen	40
9.3	Technische Anforderungen an die Bezugsmassefläche	44
Anhang A (normativ)	Eigenschaften und ihre Messung, Prinzipschaltbilder und Beispiele für moderne Ausführungen von Stromversorgungs-Netznachbildungen und anderen Netznachbildungen zur Verwendung an Stromversorgungs- oder Lastanschlüssen von Prüflingen	45
A.1	Allgemeines	45
A.2	Beispiel einer (50 Ω /50 μ H + 5 Ω)-V-Stromversorgungs-Netznachbildung	45
A.3	Beispiel einer (50 Ω /50 μ H)-V-Stromversorgungs-Netznachbildung	46
A.4	Beispiele der (50 Ω /50 μ H + 1 Ω)-V-Stromversorgungs-Netznachbildung	46
A.5	(Leer)	47
A.6	Beispiel einer 150- Ω -Delta-Netznachbildung	47
A.7	Beispiel für den Aufbau einer Stromversorgungs-Netznachbildung mit 50- μ H-Spule	49
A.7.1	Die Spule	49
A.7.2	Das Gehäuse der Spule	50
A.7.3	Entkopplung der Spule	50
A.8	Messung des Spannungsteilungsmaßes einer V-Netznachbildung	51
Anhang B (informativ)	Aufbau, Frequenzbereich und Kalibrierung von Stromwandlern	54
B.1	Physikalische und elektrische Betrachtungen zu Stromwandlern	54

	Seite
B.2 Elektrisches Ersatzschaltbild des Stromwandlers.....	55
B.3 Nachteilige Effekte bei der Messung mit dem Stromwandler	56
B.4 Typisches Frequenzverhalten von Stromwandlern.....	57
B.5 Schirmungsanordnung für Stromwandler	59
B.5.1 Allgemeines.....	59
B.5.2 Theoretisches Modell	59
B.5.3 Aufbau der Schirmstruktur	60
B.5.4 Hochpassfilter.....	61
B.6 Kalibrierung des Stromwandlers	61
Anhang C (informativ) Aufbau der Koppeleinheiten für die Messung der Einstromungs-Störfestigkeit im Frequenzbereich 0,15 MHz bis 30 MHz.....	64
C.1 Koppeleinheit Typ A für koaxiale Antenneneingänge	64
C.2 Koppeleinheit Typ M für Stromversorgungsleitungen	64
C.3 Koppeleinheit Typ L für Lautsprecherleitungen	66
C.4 Koppeleinheit Typ Sw für Tonfrequenzsignale	67
C.5 Koppeleinheit Typ Sw für Audio-, Video- und Steuersignale	68
Anhang D (informativ) Funktionsprinzip und Beispiele von Koppeleinheiten für Messungen der Einstromungs-Störfestigkeit	70
D.1 Funktionsprinzip	70
D.2 Arten von Koppeleinheiten und ihr Aufbau	70
Anhang E (normativ) Beispiel und Messung der Kennwerte von asymmetrischen Netznachbildungen	74
E.1 Beschreibung eines Beispiels einer asymmetrischen Netznachbildung: die T-Netznachbildung	74
E.2 Messung der Kennwerte von asymmetrischen Netznachbildungen.....	74
Anhang F (normativ) Beispiel und Messung der Kennwerte der Netznachbildungen zur Verwendung bei koaxialen und anderen geschirmten Leitungen	80
F.1 Beschreibung von Netznachbildungen zur Verwendung bei koaxialen und anderen geschirmten Leitungen.....	80
F.2 Messung von Kennwerten von Netznachbildungen zur Verwendung bei koaxialen und anderen geschirmten Leitungen.....	80
Anhang G (informativ) Aufbau und Evaluierung des kapazitiven Spannungstastkopfs.....	82
G.1 Allgemeines.....	82
G.2 Physikalische und elektrische Betrachtungen zum kapazitiven Spannungstastkopf.....	82
G.3 Bestimmung des Frequenzgangs des Spannungsteilungsmaßes.....	82
G.4 Messverfahren zur Bestimmung des Einflusses externer elektrischer Felder.....	83
G.4.1 Einfluss des externen elektrischen Felds.....	83
G.4.2 Messverfahren zur Bestimmung des Einflusses des externen elektrischen Felds.....	83
G.5 Impulsverhalten.....	83
G.6 Abhängigkeit des Spannungsteilungsmaßes.....	84
Anhang H (informativ) Begründung für die Einführung eines Mindestentkopplungsfaktors zwischen den Stromversorgungs- und Prüflings-/Empfängeranschlüssen der V-Stromversorgungs-	

	Seite
Netznachbildung	89
Anhang I (informativ) Begründung für die Einführung einer Grenzabweichung für den Phasenwinkel der Eingangsimpedanz der V-Stromversorgungs-Netznachbildung	90
Anhang J (informativ) Beispiele von Schaltbildern für Aufbauten von Koppel-/ Entkoppelnetzwerken für Aussendungsmessungen	92
J.1 CDNE-M2 und CDNE-M3	92
J.2 CDNE-S _x	93
Anhang K (normativ) Messung der Kennwerte von Delta-Netznachbildungen	95
Literaturhinweise	97
Bilder	
Bild 1 – Impedanzverlauf (Betrag und Phase) der V-Netznachbildung für Band A (siehe 4.3, der in Frage kommende Frequenzbereich reicht von 9 kHz bis 150 kHz)	18
Bild 2 – Impedanzverlauf (Betrag und Phase) der V-Netznachbildung für Band B (siehe 4.4)	19
Bild 3 – Impedanzverlauf (Betrag und Phase) der V-Netznachbildung für die Bänder B und C (von 0,15 MHz bis 108 MHz, siehe 4.5)	19
Bild 5 – Beispiel einer (50 Ω/50 μH + 5 Ω)-V-Netznachbildung (siehe 4.3 und A.2)	23
Bild 6 – Beispiel von (50 Ω/50 μH)-, (50 Ω/5 μH + 1 Ω)- oder 150 Ω-V-Netznachbildungen (siehe 4.4, 4.5, 4.6, A.3, A.4 und A.5, wie zutreffend)	23
Bild 7 – Schaltung für die Messung der Funkstörspannung auf Stromversorgungsleitungen	26
Bild 8 – Schaltung, die zur Messung von Spannungen zwischen einem Kabel und der Bezugsmasse verwendet wird	27
Bild 9 – Aufbau zur Messung der Einfügungsdämpfung der Koppereinheiten im Frequenzbereich 30 MHz bis 150 MHz	29
Bild 10 – Prinzipschaltbild und Anforderungen an die Unsymmetriedämpfung (<i>LCL</i>) der asymmetrischen Netznachbildung	31
Bild 11 – Anwendung der Handnachbildung	36
Bild 12 – Beispiele für die Anwendung der Handnachbildung bei ITE	37
Bild 13 – Anordnung für den Validierung eines Koppel-/Entkoppelnetzwerks für Aussendungsmessungen	41
Bild 14 – Anordnung des Impedanz-Messadapters für die Korrektur der elektrischen Länge	42
Bild 15 – Messanordnung zur Messung der symmetrischen (Gleichtakt-)Impedanz (<i>Z_{DM}</i>)	43
Bild A.1 – Beispiel einer alternativen (50 Ω/50 μH + 1 Ω)-V-Stromversorgungs-Netznachbildung für Geräte, die aus niederohmigen Stromversorgungsquellen gespeist werden	47
Bild A.2 – Beispiel einer für den Durchfluss von niedrigen Strömen ausgelegten 150-Ω-Delta-Netznachbildung für die Messung von asymmetrischen und symmetrischen Störspannungen	48
Bild A.7 – Beispiel einer für den Durchfluss von hohen Strömen ausgelegten 150-Ω-Delta-Netznachbildung für die Messung von asymmetrischen und symmetrischen Störspannungen	49
Bild A.3 – Prinzipschaltbild der 50-μH-Induktivität	50
Bild A.4 – Allgemeine Ansicht einer Stromversorgungs-Netznachbildung	50
Bild A.5 – Dämpfungsverlauf eines Stromversorgungs-Netznachbildungsfilters	51
Bild A.6 – Messaufbau zur Bestimmung des Spannungsteilungsmaßes	52

Bild B.1 – Typischer Aufbau eines Stromwandlers	55
Bild B.2 – Hochpassfilter mit 9 kHz Grenzfrequenz	56
Bild B.3 – Übertragungsimpedanz von typischen Stromwandlern	58
Bild B.4 – Messaufbau für Strommessungen mit Hilfe einer Stromversorgungs-Netznachbildung	60
Bild B.5 – Schirmaufbau für Stromwandler	60
Bild B.6 – Prinzipschaltbild mit Koaxialadapter und Stromwandler – Messung des Übertragungsleitwerts Y_T des Stromwandlers	62
Bild B.7 – Übertragungsleitwert Y_T als Funktion der Frequenz	62
Bild B.8 – Rückflussdämpfung des mit 50 Ω abgeschlossenen Koaxialadapters mit Stromwandler im Inneren (ebenfalls mit 50 Ω abgeschlossen)	63
Bild B.9 – Stromwandler zwischen den beiden Hälften des Koaxialadapters	63
Bild C.1 – Beispiel einer Koppeleinheit Typ A für koaxiale Eingänge – Prinzipschaltbild und Konstruktionseinzelheiten (siehe C.1 und D.2)	65
Bild C.2 – Beispiel einer Koppeleinheit Typ M für Stromversorgungsleitungen – Prinzipschaltbild und Konstruktionseinzelheiten (siehe C.2 und D.2)	66
Bild C.3 – Beispiel einer Koppeleinheit Typ L für Lautsprecherleitungen – Prinzipschaltbild und vereinfachte Konstruktionszeichnung (siehe D.2)	67
Bild C.4 – Beispiel einer Koppeleinheit Typ Sw für Tonfrequenzsignale – Prinzipschaltbild und vereinfachte Konstruktionszeichnung (siehe D.2)	68
Bild C.5 – Beispiel einer Koppeleinheit Typ Sw für Audio-, Video- und Steuersignale – Prinzipschaltbild und vereinfachte Konstruktionszeichnung (siehe D.2)	69
Bild D.1 – Allgemeines Prinzip des Stromeinspeisungsverfahrens (siehe D.1)	72
Bild D.2 – Koppeleinheit Typ Sr mit Lastwiderständen – Prinzipschaltbild und vereinfachte Konstruktionszeichnung (siehe D.2)	73
Bild E.1 – Schaltungsbeispiel einer T-Netznachbildung für ein Leiterpaar	75
Bild E.2 – Aufbau für die Messung der Abschlussimpedanz	76
Bild E.3 – Anordnung für die Eignungsprüfung der LCL-Sonde	76
Bild E.4 – Aufbau für die Kalibrierung der LCL-Sonde unter Verwendung einer L-Schaltung	77
Bild E.5 – Messung der Unsymmetriedämpfung (LCL) der asymmetrischen Netznachbildung unter Verwendung einer LCL-Sonde	77
Bild E.6 – Messaufbau für die Entkopplungsdämpfung (Isolation) der asymmetrischen Netznachbildung $a_{\text{Entkopplung}} = 20 \lg \left \frac{U_1}{U_2} \right - a_{\text{vdiv}}$ in dB von asymmetrischen Signalen zwischen dem Anschluss für Hilfsgeräte und dem Prüflingsanschluss	78
Bild E.7 – Prüfaufbau für die Einfügungsdämpfung (symmetrisch) der asymmetrischen Netznachbildung	78
Bild E.8 – Prüfaufbau zur Kalibrierung des AAN-Spannungsteilungsmaßes $F_{\text{AAN}} = a_{\text{vdiv}} = 20 \lg \left \frac{V_1}{V_2} \right $ in dB des asymmetrischen Kreises	79
Bild F.1 – Schaltungsbeispiel einer Netznachbildung zur Verwendung bei koaxialen Leitungen	81
Bild F.2 – Prüfaufbau für das Spannungsteilungsmaß $F_{\text{AN}} = 20 \lg \left \frac{V_1}{V_2} \right $ in dB einer	

Netznachbildung zur Verwendung bei koaxialen und anderen geschirmten Leitungen	81
Bild G.1 – Aufbau eines kapazitiven Spannungstastkopfs	85
Bild G.2 – Ersatzschaltbild eines kapazitiven Spannungstastkopfs	86
Bild G.3 – Prüfaufbau zur Messung des Frequenzgangs.....	86
Bild G.4 – Modell für die elektrostatische Kopplung und ihr Ersatzschaltbild	87
Bild G.5 – Prüfaufbau zur Messung der durch den Schirmungseffekt erzielten Minderung des durch elektrostatische Kopplung verursachten Einflusses des externen elektrischen Felds.....	87
Bild G.6 – Abweichung des Wandlungsmaßes bei Lageänderung des Kabels	88
Bild G.7 – Untersuchungsergebnis zur Abhängigkeit vom Radius des Kabels.....	88
Bild H.1 – Anordnung zur Messung der Entkopplung.....	89
Bild I.1 – Definition der Grenzabweichungen für Betrag und Phase der Impedanz	90
Bild J.1 – CDNE-M3 mit internem Dämpfungsglied mit einer Dämpfung a_{Mess} von mindestens 6 dB	92
Bild J.2 – CDNE-M2 mit internem Dämpfungsglied mit einer Dämpfung a_{Mess} von mindestens 6 dB	93
Bild J.3 – CDNE-S _x für geschirmte Leitungen mit x internen Leitungen und internem Dämpfungsglied mit einer Dämpfung a_{Mess} von mindestens 6 dB	94
Bild K.1 – Kalibrierung des Aufbaus mit offenem, kurzgeschlossenem und angepasstem (50-Ω) Standard-Referenzabschluss	95
Bild K.2 – Aufbau für die Messung der symmetrischen Impedanz.....	95
Bild K.3 – Aufbau für die Normalisierung des Messsystems.....	96
Bild K.4 – Aufbau für die Messung des symmetrischen Spannungsteilungsmaßes	96
Bild K.5 – Aufbau für die Messung der Einfügungsdämpfung eines Symmetrierglieds durch Messung der Einfügungsdämpfung von zwei identischen Symmetriergliedern.....	96
Tabellen	
Tabelle 1 – Betrag und Phasenwinkel der V-Netznachbildung (siehe Bild 1)	16
Tabelle 2 – Betrag und Phasenwinkel der V-Netznachbildung (siehe Bild 2)	17
Tabelle 3 – Betrag und Phasenwinkel der V-Netznachbildung (siehe Bild 3)	18
Tabelle 8 – Kennwerte für die 150-Ω-Delta-Netznachbildung (150 kHz bis 30 MHz).....	20
Tabelle 9 – Kennwerte für die 150-Ω-Delta-Netznachbildung (9 kHz bis 150 kHz)	20
Tabelle 4 – Werte für die Mindestentkopplung von V-Netznachbildungen.....	21
Tabelle 5 – Eigenschaften der asymmetrischen Netznachbildung zur Messung von asymmetrischen Störspannungen	32
Tabelle 6 – Eigenschaften von Netznachbildungen zur Verwendung bei koaxialen und anderen geschirmten Leitungen	33
Tabelle 7 – Elektrische Kennwerte des CDNE-X.....	40
Tabelle A.1 – Werte der Bauteile der (50 Ω/50 μH + 5 Ω)-V-Netznachbildung	45
Tabelle A.2 – Werte der Bauteile der (50 Ω/50 μH)-V-Netznachbildung.....	46
Tabelle A.3 – Werte der Bauteile der (50 Ω/50 μH + 1 Ω)-V-Netznachbildung.....	47
Tabelle A.4 – Werte der Bauteile der in Bild A.2 gezeigten 150-Ω-Delta-Netznachbildung.....	48

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der Reihe CISPR 16 legt die Eigenschaften und Leistungsmerkmale von Geräten zur Messung von Funkstörspannungen und -strömen im Frequenzbereich 9 kHz bis 1 GHz fest.

ANMERKUNG Entsprechend IEC-Guide 107 stellt die Reihe CISPR 16 eine EMV-Grundnorm zur Anwendung durch Produktkomitees der IEC dar. Wie ferner im IEC-Guide 107 ausgeführt wird, sind die Produktkomitees für die Festlegung der Anwendbarkeit der EMV-Norm verantwortlich. CISPR und seine Unterkomitees sind vorbereitet, mit den Produktkomitees bei der Ermittlung der Werte für besondere EMV-Prüfungen für spezifische Produkte zusammenzuarbeiten.

Festlegungen für Zusatz-/Hilfseinrichtungen schließen Stromversorgungs-Netznachbildungen, Stromwandler und Spannungstastköpfe sowie Koppereinheiten für die Stromeinspeisung in Leitungen ein.

Die Anforderungen dieser Norm gelten bei allen Frequenzen und für alle Pegel der Funkstörspannungen und -ströme innerhalb des CISPR-Anzeigebereichs der Messgeräte.

Messverfahren sind in der Reihe CISPR 16-2 festgelegt, und weitere Informationen zu Funkstörungen sind im CISPR TR 16-3 gegeben, während Festlegungen zu Unsicherheiten, statistischen Betrachtungen und zur Ableitung von Grenzwerten sind in der Reihe CISPR 16-4 abgedeckt sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

CISPR 16-1-1:2010, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

CISPR 16-2-1:2014, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements*

CISPR 16-4-2:2011, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Measurement instrumentation uncertainty*

IEC 60050 (alle Teile), *International Electrotechnical Vocabulary* (erhältlich unter:
<<http://www.electropedia.org>>)

IEC 61000-4-6:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances induced by radio-frequency fields*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-161 und die folgenden Begriffe.

3.1.1

Zusatz-/Hilfseinrichtung

Wandler, die an einen Messempfänger oder (Prüf-)Signalgenerator angeschlossen werden und in die Störsignalübertragung zwischen dem Prüfling und der Mess- oder Prüfeinrichtung eingeschaltet werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für Wandler sind Stromwandler und Spannungstastköpfe sowie Netznachbildungen.

3.1.2

Hilfsgerät

AE (en: associated equipment)

Gerät, das keinen Bestandteil des Prüflings bildet, aber zum Betreiben des Prüflings benötigt wird

3.1.3

asymmetrische Spannung

HF-Störspannung (Funkstörspannung), die in einem Zwei- oder Mehrleiter-Stromkreis zwischen dem elektrischen Mittelpunkt der einzelnen Anschlussklemmen oder Leiter und Bezugsmasse auftritt, manchmal auch als Gleichtaktspannung (en: common mode voltage) bezeichnet

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn wie bei einem Niederspannungs-Wechselstrom-Netzanschluss U_a die Vektorspannung zwischen einer der Netzanschlussklemmen und Bezugsmasse ist und U_b die Vektorspannung zwischen der anderen Netzanschlussklemme und Bezugsmasse, dann ist die asymmetrische Spannung die Hälfte der Vektorsumme aus U_a und U_b , d. h. $(U_a + U_b)/2$.

3.1.4

symmetrische Spannung

HF-Störspannung (Funkstörspannung), die in einem Zwei- oder Mehrleiter-Stromkreis zwischen beliebigen zwei Leitern ohne Einbeziehung des auf Massepotential befindlichen Leiters auftritt, wie z. B. bei einer einphasigen Netzstromversorgung oder einem Bündel aus verdrehten Leiterpaaren in einem Kommunikationskabel, manchmal auch als Gegentaktspannung (en: differential mode voltage) bezeichnet

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einem Niederspannungs-Wechselstrom-Netzanschluss ist die symmetrische Spannung gleich der Vektordifferenz ($U_a - U_b$).

3.1.5

unsymmetrische Spannung

HF-Störspannung (Funkstörspannung), die in einem Zwei- oder Mehrleiter-Stromkreis zwischen einer einzelnen Klemme oder einem einzelnen Leiter und Bezugsmasse auftritt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die unsymmetrische Spannung ist die Spannung, die bei Verwendung einer V-Stromversorgungs-Netznachbildung gemessen wird. Sie bezeichnet die Amplitude der Vektorspannung U_a oder U_b (erwähnt in der jeweiligen Anmerkung 1 zum Begriff 3.1.3 und 3.1.4).

3.1.6

Stromversorgungs-Netznachbildung

AMN (en: artificial mains network)

Netzwerk, das im Hochfrequenzbereich eine festgelegte Impedanz gegenüber dem Prüfling bereitstellt, die Störspannung in den Messempfänger einkoppelt und die Messschaltung vom Elektrizitätsversorgungsnetz entkoppelt

Anmerkung 1 zum Begriff: Es gibt zwei grundlegende Arten dieser Netznachbildung: die V-Netznachbildung (V-AMN), die unsymmetrische Spannungen koppelt, und die Delta-Netznachbildung (Δ -AMN), die symmetrische und asymmetrische Spannungen getrennt koppelt.

3.1.7

asymmetrische Netznachbildung

AAN (en: asymmetric artificial network)

Netzwerk, das zur Messung (oder Einspeisung) von asymmetrischen (bzw. Gleichtakt-)Spannungen in ungeschirmte symmetrische Signalleitungen (z. B. Telekommunikationsleitungen) verwendet wird, wobei das symmetrische (bzw. Gegentakt-)Signal unterdrückt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Y-Netzwerk“ stellt ein Synonym für eine asymmetrische Netznachbildung dar.

3.1.8

zugehöriges Gerät

AuxEq (en: auxiliary equipment)

Peripheriegerät, das einen Teil des Prüflings bildet

3.1.9

Koppel-/Entkoppelnetzwerk

CDN (en: coupling/decoupling network)

Netznachbildung mit dem Zweck der Messung oder Einspeisung von Signalen in einen Kreis, während gleichzeitig verhindert wird, dass Signale in einem anderen Kreis gemessen oder eingespeist werden

3.1.10

Koppel-/Entkoppelnetzwerk für Aussendungsmessungen

CDNE-*X* (en: coupling/decoupling network for emission measurement-*X*)

Koppel-/Entkoppelnetzwerk für Messungen der Störaussendung im Frequenzbereich 30 MHz bis 300 MHz, wobei „*X*“ für „M2“ bei Anschlüssen für ungeschirmte Zweileiter-Stromversorgungs-Netzleitungen, Gleichstromleitungen oder Steuerleitungen, für „M3“ bei Anschlüssen für ungeschirmte Dreileiter-Stromversorgungs-Netzleitungen, Gleichstromleitungen oder Steuerleitungen und für „S*x*“ bei Anschlüssen für geschirmte Kabel mit *x* internen Leitern stehen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Für weitere Einzelheiten von Koppel-/Entkoppelnetzwerken für Aussendungsmessungen siehe [Anhang J](#).

3.1.11

Prüfling

EUT (en: equipment under test)

Einrichtung (Gerät, Betriebsmittel und System), die (das) EMV-Konformitäts(bewertungs)prüfungen (zur Störaussendung) unterworfen wird

3.1.12

Impedanzmessadapter

IMA (en: impedance measurement adaptor)

mit der Bezugsmassefläche elektrisch fest verbundene metallische vertikale Platte mit den Maßen 0,1 m × 0,1 m, die über Anschlüsse für einen Netzwerkanalysator und ein Koppel-/Entkoppelnetzwerk für Aussendungsmessungen verfügt

3.1.13

Unsymmetriedämpfung

LCL (en: longitudinal conversion loss)

in einem Ein- oder Zweileiter-Netzwerk ein Maß des Anteils eines unerwünschten Quersignals (symmetrischen Signals), das an den Anschlüssen des Netzwerks durch Umwandlung eines auf den Verbindungsleitungen vorhandenen Längssignals (asymmetrischen Signals) erzeugt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Unsymmetriedämpfung ist ein in dB ausgedrücktes Verhältnis.

[QUELLE: ITU-T-Empfehlung O.9 [8]¹]

3.1.14

Äquipotenzialbezugsebene

Bezugsmassefläche

ebene leitfähige Oberfläche, deren elektrisches Potential gleich Bezugsmasse ist, die als Bezugspotenzial dient und die zu einer reproduzierbaren parasitären Kapazität zwischen einem Prüfling und seiner Umgebung beiträgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Bezugsmassefläche wird für die Messung von leitungsgeführten Störgrößen benötigt und dient als Bezug bei Messungen von unsymmetrischen und asymmetrischen Störspannungen.

¹ Ziffern in eckigen Klammern verweisen auf die Literaturhinweise.

Anmerkung 2 zum Begriff: In einigen Regionen wird im Englischen „reference earth“ anstelle von „reference ground“ benutzt.

3.1.15

Netznachbildung

AN (en: artificial network)

Netzwerk, das im Hochfrequenzbereich eine festgelegte Impedanz gegenüber dem Prüfling bereitstellt, die Störspannung in den Messempfänger einkoppelt und die Messschaltung vom Stromversorgungsnetz oder von anderen Stromversorgungsleitungen oder von Signalleitungen mit Hilfsgeräten entkoppelt

Anmerkung 1 zum Begriff: Es gibt vier grundlegende Arten dieser Netznachbildung, die V-Netznachbildung (V-AN), die unsymmetrische Spannungen ein- und auskoppelt, die Delta-Netznachbildung (Δ -AN), die symmetrische bzw. Gegentakt-(DM-) und asymmetrische bzw. Gleichtakt-(CM-)Spannungen getrennt ein- und auskoppelt, die Y-Netznachbildung (Y-AN) und die koaxiale Netznachbildung (geschirmtes Kabel), die asymmetrische bzw. Gleichtakt-(CM-)Spannungen ein- und auskoppelt.

3.2 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen, die nicht bereits in 3.1 zur Verfügung gestellt werden.

CM	common mode	Gleichtakt
CVP	capacitive voltage probe	kapazitiver Spannungstastkopf
Δ -AMN	artificial mains Δ -network	Δ -Stromversorgungs-Netznachbildung („ Δ “ wird „Delta“ ausgesprochen)
Δ -AN	artificial Δ -network	Δ -Netznachbildung („ Δ “ wird „Delta“ ausgesprochen)
DM	differential mode	Gegentakt
EMF	electromotive force	elektromotorische Kraft
HF	radio frequency	Hochfrequenz, Funkfrequenz
ISN	Impedance stabilization network	Impedanzstabilisierungsnetzwerk
ITE	Information technology equipment	Einrichtung der Informationstechnik
LCL	longitudinal conversion loss	Unsymmetriedämpfung
LV	low voltage	Niederspannung
NWA	Network analyser	Netzwerkanalysator
PE	protective earth	Schutzerde
V-AMN	artificial mains V-network	V-Stromversorgungs-Netznachbildung
V-AN	artificial V-network	V-Netznachbildung
UM	unsymmetric mode	unsymmetrisch

4 Netznachbildungen für Wechselstrom-Netz- und andere Stromversorgungsanschlüsse

4.1 Allgemeines

Eine Netznachbildung (AN) ist erforderlich, um eine definierte Hochfrequenz-Impedanz an den Anschlüssen des Prüflings bereitzustellen, den Prüfling gegenüber unerwünschten Hochfrequenzsignalen aus dem Wechsel- oder Gleichstromversorgungsnetz des Labors, einer anderen Stromversorgungsquelle oder einer mit dem Prüfling verbundenen Last, die selbst kein Gegenstand der Prüfung im Zusammenhang mit dem Prüfling ist, zu entkoppeln und um die Störspannung in den Messempfänger einzukoppeln.

Es gibt zwei grundlegende Arten von Stromversorgungs-Netznachbildungen zur Verwendung bei Messungen an Niederspannungs-Wechselstrom-Netzanschlüssen: die V-Stromversorgungs-Netznachbildung (V-AMN), die die unsymmetrischen Spannungen ein- und auskoppelt, und die Delta-Stromversorgungs-Netznachbildung (Δ -AMN), die die symmetrischen und asymmetrischen Spannungen getrennt ein- und auskoppelt. Die Verwendung von praktischen Ausführungen dieser Stromversorgungs-Netznachbildungen ist nicht auf Niederspannungs-Wechselstrom-Netzanschlüsse beschränkt. Im Prinzip können sie für Messungen an jeder Art von Stromversorgungsanschluss benutzt werden. Der Nutzer solcher Netznachbildungen sollte die betreffende Produktnorm für eine Anleitung zu Rate ziehen. Die in der vorliegenden Norm vorhandenen Informationen und Ratschläge zu Stromversorgungs-Netznachbildungen sind somit für die Verwendung der Stromversorgungs-Netznachbildung (AMN) oder einer anderen Netznachbildung (AN) bei Stromversorgungsanschlüssen, die keine Niederspannungs-Wechselstrom-Netzanschlüsse sind, gültig.

Die Netznachbildung (AN) oder Stromversorgungs-Netznachbildung (AMN) ist mit drei Anschlüssen ausgestattet: dem Anschluss für die Verbindung mit dem Wechsel- oder Gleichstromversorgungsnetz des Labors, einer anderen Stromversorgungsquelle oder einer Last (Stromversorgungs-/Lastanschluss), dem Anschluss für die Verbindung mit dem Prüfling (Prüflingsanschluss) und dem Störgrößenanschluss für die Verbindung mit dem Messempfänger (Messempfängeranschluss).

ANMERKUNG 1 Beispiele von Schaltbildern von Netznachbildungen (AN) und Stromversorgungs-Netznachbildungen (AMN) sind im [Anhang A](#) gegeben.^{N1}

ANMERKUNG 2 Dieser Abschnitt legt Anforderungen an die Impedanz und die Entkopplung von Netznachbildungen einschließlich der zugehörigen Messverfahren fest. Hintergrundinformationen und eine Begründung zur Messunsicherheit, bezogen auf Stromversorgungs-Netznachbildungen, sind in CISPR/TR 16-4-1:2009, 6.2.3, und in [CISPR 16-4-2](#) gegeben.

4.2 Impedanzen der Netznachbildung

Die Festlegung der unsymmetrischen Abschlussimpedanz einer V-Netznachbildung schließt Betrag und Phase der an einem Prüflingsanschluss gegen Bezugsmasse gemessenen Impedanz ein, wenn der Messempfängeranschluss der V-Netznachbildung mit 50 Ω abgeschlossen ist.

Im Fall einer Delta-Stromversorgungs-Netznachbildung (Δ -AMN) oder einer Delta-Netznachbildung (Δ -AN) schließt die Festlegung der Abschlussimpedanzen Betrag und Phase der asymmetrischen bzw. Gleichtakt-(CM-)Abschlussimpedanz und Betrag und Phase der symmetrischen bzw. Gegentakt-(DM-)Abschlussimpedanz ein. Die asymmetrische Abschlussimpedanz wird mit zwei (oder mehr) aktiven Prüflingsanschlüssen, die miteinander verbunden sind, gegen Bezugsmasse gemessen (wie in [Bild E.2](#)). Die symmetrische Abschlussimpedanz wird zwischen jedem aktiven Paar von Prüflingsanschlüssen ohne Bezug zur Bezugsmasse gemessen und erfordert die Verwendung eines Symmetrierglieds (Balun) (siehe [Bild K.2](#)). Für die Impedanzmessungen, auch bei Delta-Netznachbildungen (Δ -AN), muss der Messempfängeranschluss mit 50 Ω abgeschlossen sein.

Die Impedanz an den Prüflingsanschlüssen der Netznachbildung (AN) bestimmt die Abschlussimpedanz, die vom zu prüfenden Anschluss des Prüflings gesehen wird. Aus diesem Grund muss ein Störgrößenanschluss, wenn er nicht mit dem Messempfänger verbunden ist, mit 50 Ω abgeschlossen werden. Zur Sicherstellung eines genauen Abschlusses des Messempfängeranschlusses mit 50 Ω muss ein 10-dB-Dämpfungsglied entweder innerhalb oder außerhalb der Netznachbildung (AN) verwendet werden; das Spannungs-Stehwellenverhältnis (von jeder Seite aus gesehen) muss kleiner oder gleich 1,2 sein. Die Dämpfung muss bei der Messung des Spannungsteilungsmaßes (siehe [4.11](#)) berücksichtigt werden.

Die Impedanz zwischen jedem Leiter (außer dem PE-Leiter, falls vorhanden) des Prüflingsanschlusses (der Netznachbildung) und der Bezugsmasse muss den Festlegungen von [4.3](#), [4.4](#), [4.5](#) oder [4.6](#) entsprechen, je nachdem, welcher Abschnitt zutreffend ist; dies gilt für jeden Wert der äußeren Impedanz einschließlich dem Fall eines Kurzschlusses zwischen dem entsprechenden Stromversorgungs-Netz- oder anderen Stromversorgungsanschluss und der Bezugsmasse des Stromversorgungs-/Lastanschlusses. Diese Anforderung muss bei allen Temperaturen erfüllt sein, die die Netznachbildung unter üblichen Bedingungen bei Dauer-

^{N1} Nationale Fußnote: Für die Auskopplung von asymmetrischen Funkstörspannungen bei symmetrisch betriebenen Leitungen wird eine T-Netznachbildung benutzt.

strombelastung bis zum angegebenen Höchstwert erreicht. Die Anforderungen müssen auch bei Spitzenströmen bis zum angegebenen Höchstwert erfüllt sein.

ANMERKUNG Da Steckverbinder für Prüflinge für Hochfrequenzen (Funkfrequenzen) bis 30 MHz nicht optimiert sind, muss die Messung der Impedanz des Netzwerks mit Hilfe von speziellen Messadaptern durchgeführt werden, um kurze Verbindungen zu ermöglichen. Das Kalibrierverfahren offen/kurz/angepasst (OSM-Kalibrierverfahren) des Netzwerkanalysators wird benutzt, um die Adapter zu charakterisieren, wobei die Einfügedämpfung und die Leiterlängen des Adapters berücksichtigt werden.

4.3 (50 Ω /50 μ H + 5 Ω)-V-Stromversorgungs-Netznachbildung (V-AMN) zur Verwendung im Frequenzbereich 9 kHz bis 150 kHz

Die Stromversorgungs-Netznachbildung muss im entsprechenden Frequenzbereich den in Tabelle 1 und Bild 1 dargestellten Impedanzverlauf (Betrag und Phase) in Abhängigkeit von der Frequenz haben. Grenzabweichungen von $\pm 20\%$ für den Betrag und von $\pm 11,5^\circ$ für die Phase sind zugelassen.

Tabelle 1 – Betrag und Phasenwinkel der V-Netznachbildung (siehe Bild 1)

Frequenz MHz	Betrag der Impedanz Ω	Phasenwinkel Grad
0,009	5,22	26,55
0,015	6,22	38,41
0,020	7,25	44,97
0,025	8,38	49,39
0,030	9,56	52,33
0,040	11,99	55,43
0,050	14,41	56,40
0,060	16,77	56,23
0,070	19,04	55,40
0,080	21,19	54,19
0,090	23,22	52,77
0,100	25,11	51,22
0,150	32,72	43,35

ANMERKUNG Wenn die Stromversorgungs-Netznachbildung sowohl die Anforderungen zur Impedanz nach 4.3 als auch diejenigen nach 4.4 erfüllt, kann sie auch im Frequenzbereich 150 kHz bis 30 MHz benutzt werden.

4.4 (50 Ω /50 μ H)-V-Stromversorgungs-Netznachbildung (V-AMN) zur Verwendung im Frequenzbereich 0,15 MHz bis 30 MHz

Die Stromversorgungs-Netznachbildung muss im entsprechenden Frequenzbereich den in Tabelle 2 und Bild 2 dargestellten Impedanzverlauf (Betrag und Phase) in Abhängigkeit von der Frequenz haben. Grenzabweichungen von $\pm 20\%$ für den Betrag und von $\pm 11,5^\circ$ für die Phase sind zugelassen.

Tabelle 2 – Betrag und Phasenwinkel der V-Netznachbildung (siehe Bild 2)

Frequenz MHz	Betrag der Impedanz Ω	Phasenwinkel Grad
0,15	34,29	46,70
0,17	36,50	43,11
0,20	39,12	38,51
0,25	42,18	32,48
0,30	44,17	27,95
0,35	45,52	24,45
0,40	46,46	21,70
0,50	47,65	17,66
0,60	48,33	14,86
0,70	48,76	12,81
0,80	49,04	11,25
0,90	49,24	10,03
1,00	49,38	9,04
1,20	49,57	7,56
1,50	49,72	6,06
2,00	49,84	4,55
2,50	49,90	3,64
3,00	49,93	3,04
4,00	49,96	2,28
5,00	49,98	1,82
7,00	49,99	1,30
10,00	49,99	0,91
15,00	50,00	0,61
20,00	50,00	0,46
30,00	50,00	0,30

4.5 (50- Ω /5- μ H + 1 Ω)-V-Stromversorgungs-Netznachbildung (V-AMN) zur Verwendung im Frequenzbereich 150 kHz bis 108 MHz

Die Stromversorgungs-Netznachbildung muss im entsprechenden Frequenzbereich den in [Tabelle 3](#) und [Bild 3](#) dargestellten Impedanzverlauf (Betrag und Phase) in Abhängigkeit von der Frequenz haben. Grenzabweichungen von ± 20 % für den Betrag und von $\pm 11,5^\circ$ für die Phase sind zugelassen.

Tabelle 3 – Betrag und Phasenwinkel der V-Netznachbildung (siehe Bild 3)

Frequenz MHz	Betrag der Impedanz Ω	Phasenwinkel Grad
0,15	4,70	72,74
0,20	6,19	73,93
0,30	9,14	73,47
0,40	12,00	71,61
0,50	14,75	69,24
0,70	19,82	64,07
1,00	26,24	56,54
1,50	33,94	46,05
2,00	38,83	38,15
2,50	41,94	32,27
3,00	43,98	27,81
4,00	46,33	21,63
5,00	47,56	17,62
7,00	48,71	12,80
10,00	49,35	9,04
15,00	49,71	6,06
20,00	49,84	4,55
30,00	49,93	3,04
50,00	49,97	1,82
100,00	49,99	0,91
108,00	49,99	0,84

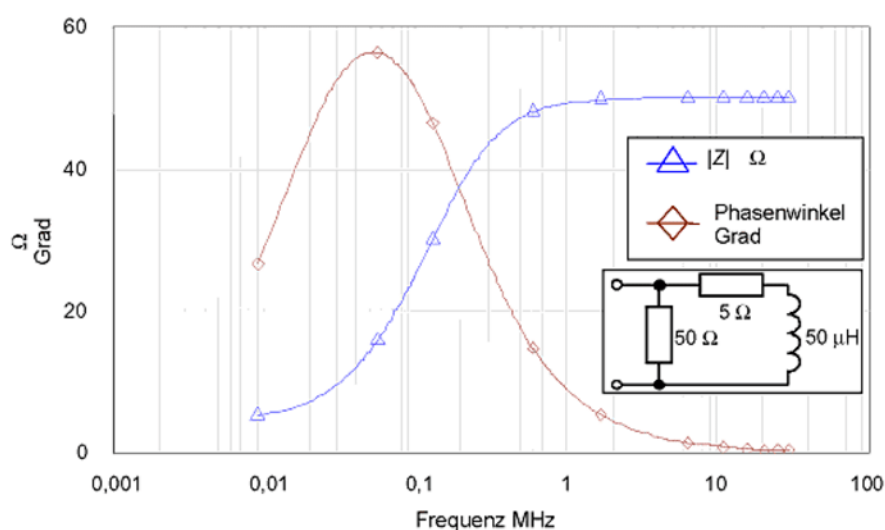


Bild 1 – Impedanzverlauf (Betrag und Phase) der V-Netznachbildung für Band A (siehe 4.3, der in Frage kommende Frequenzbereich reicht von 9 kHz bis 150 kHz)

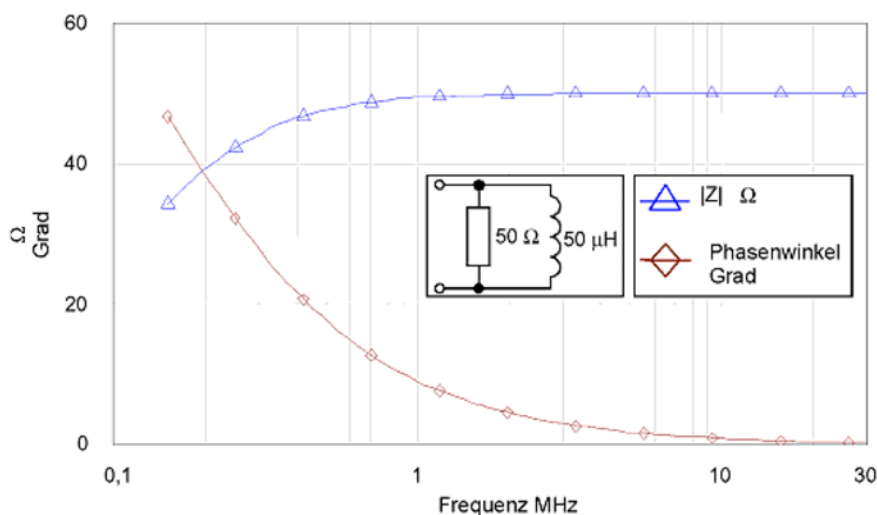


Bild 2 – Impedanzverlauf (Betrag und Phase) der V-Netznachbildung für Band B (siehe 4.4)

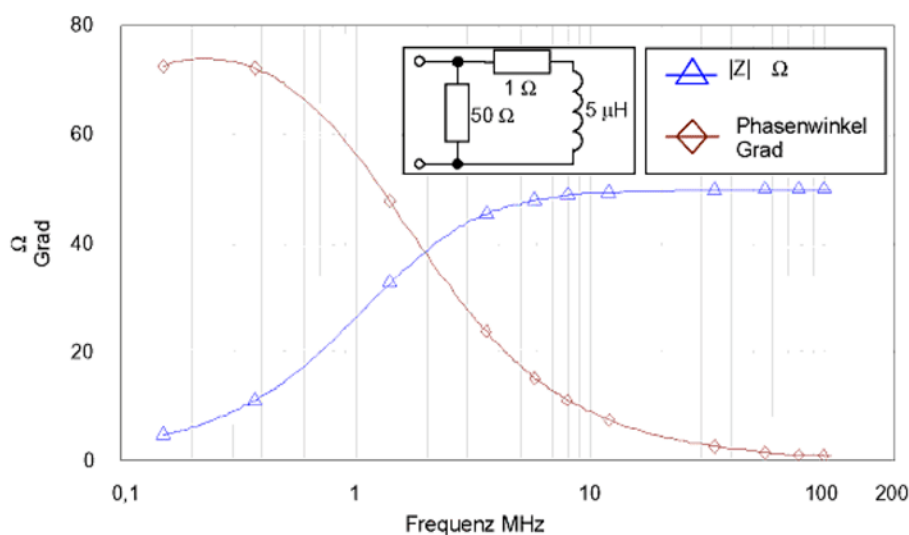


Bild 3 – Impedanzverlauf (Betrag und Phase) der V-Netznachbildung für die Bänder B und C (von 0,15 MHz bis 108 MHz, siehe 4.5)

4.6 (Leer)

4.7 150-Ω-Delta-Netznachbildung (Δ -AN) zur Verwendung für Stromversorgungs-Netz- und andere Stromversorgungsanschlüsse im Frequenzbereich 150 kHz bis 30 MHz

4.7.1 Anforderungen

Die Netznachbildung (AN) muss im interessierenden Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz einen Betrag der Impedanz von $(150 \pm 30) \Omega$ mit einem Phasenwinkel von nicht mehr als 40° sowohl zwischen den Prüflingsanschlüssen ohne Einbeziehung der Bezugsmasse als auch zwischen den beiden zusammengefassten Prüflingsanschlüssen und der Bezugsmasse haben, siehe [Tabelle 8](#).

Für eine korrekte Funktion im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz muss die Netznachbildung (AN) auch die in [Tabelle 9](#) für den Frequenzbereich von 9 kHz bis 150 kHz angegebenen Eigenschaften erfüllen. Eine Einhaltung dieser Eigenschaften qualifiziert die 150-Ω-Delta-Netznachbildung (150-Ω- Δ -AN) jedoch nicht für die Verwendung bei Messungen von Störspannungen im Frequenzbereich unterhalb 150 kHz. Falls erforderlich, muss eine andere Delta-Netznachbildung für die Verwendung bei solchen Messungen spezifiziert werden.

Tabelle 8 – Kennwerte für die 150-Ω-Delta-Netznachbildung (150 kHz bis 30 MHz)

	Beschreibung des Kennwerts	Nennwert und Grenzabweichung
1	Frequenzbereich	150 kHz bis 30 MHz
2	Asymmetrische bzw. Gleichtakt-(CM-)Abschlussimpedanz am Prüflingsanschluss, Betrag und Phase	$(150 \pm \text{bis } 30) \Omega$ $(0 \pm 40)^\circ$
3	Symmetrische bzw. Gegentakt-(DM-)Abschlussimpedanz am Prüflingsanschluss, Betrag und Phase ^a	$(150 \pm \text{bis } 30) \Omega$ $(0 \pm 40)^\circ$
4	Unsymmetriedämpfung (<i>LCL</i>) am Prüflingsanschluss ^b	≥ 26 dB (symmetrisches 150-Ω-System)
5	Asymmetrische bzw. Gleichtakt-(CM-)Einfügungsdämpfung zwischen dem Stromversorgungs-/Lastanschluss und dem Prüflingsanschluss	≥ 20 dB (asymmetrisches 50-Ω-System)
6	Symmetrische bzw. Gegentakt-(DM-)Einfügungsdämpfung zwischen dem Stromversorgungs-/Lastanschluss und dem Prüflingsanschluss	≥ 20 dB (symmetrisches 150-Ω-System) > 40 dB mit externer Kapazität
7	Entladewiderstände für Sperrkondensatoren im Strompfad (für Messungen an Gleichstrom-Stromversorgungsanschlüssen)	$\geq 1,5$ MΩ
^a Falls erforderlich, können Produktkomitees einen anderen Wert der symmetrischen bzw. Gegentakt (DM-) Abschlussimpedanz festlegen.		
^b Die Unsymmetriedämpfung (<i>LCL</i>) der Netznachbildung (AN) sollte beträchtlich höher als die innere Unsymmetriedämpfung (<i>LCL</i>) des Prüflings sein.		

Tabelle 9 – Kennwerte für die 150-Ω-Delta-Netznachbildung (9 kHz bis 150 kHz) (1 von 2)

	Beschreibung des Kennwerts	Nennwert und Grenzabweichung
1	Erweiterter Frequenzbereich	9 kHz bis 150 kHz
2	Asymmetrische bzw. Gleichtakt-(CM-)Abschlussimpedanz am Prüflingsanschluss, nur Betrag	$\geq 10 \Omega$ (Stromversorgungs-/Lastanschluss im Leerlauf)
3	Symmetrische bzw. Gegentakt-(DM-)Abschlussimpedanz am Prüflingsanschluss, nur Betrag	$\geq 1 \Omega$ (Stromversorgungs-/Lastanschluss im Leerlauf)
4	Unsymmetriedämpfung (<i>LCL</i>) am Prüflingsanschluss	≥ 26 dB (symmetrisches 150-Ω-System)
5	Asymmetrische bzw. Gleichtakt-(CM-)Einfügungsdämpfung zwischen dem Stromversorgungs-/Lastanschluss und dem Prüflingsanschluss	≥ 20 dB bei 150 kHz (symmetrisches 150-Ω-System), mit abnehmender Frequenz mit 40 dB/Dekade fallend
6	Symmetrische bzw. Gegentakt-(DM-)Einfügungsdämpfung zwischen dem Stromversorgungs-/Lastanschluss und dem Prüflingsanschluss	≥ 20 dB bei 150 kHz > 40 dB mit externer Kapazität (symmetrisches 150-Ω-System), mit abnehmender Frequenz mit 40 dB/Dekade fallend

Tabelle 9 (2 von 2)

ANMERKUNG Die Festlegungen werden nur für den Zweck der korrekten Funktion von typischen Prüflingen gegeben – nicht für den Zweck von Messungen der Störaussendung im Frequenzbereich < 150 kHz.

4.7.2 Messung der Kennwerte von Delta-Netznachbildungen

Messungen zur Bestimmung der Kennwerte von Delta-Netznachbildungen (Δ -AN) werden im [Anhang K](#) beschrieben.

4.7.3 Stromtragfähigkeit und Serien-Spannungsabfall

Der maximale Dauerstrom und der maximale Spitzenstrom müssen angegeben werden. Die an den Prüfling angelegte Spannung, wenn er von Dauerströmen bis zu ihrem Höchstwert durchflossen wird, darf nicht kleiner als 95 % der Netz- oder anderen Versorgungsspannung an den Stromversorgungs-Netz- oder anderen Stromversorgungsanschlüssen der Delta-Netznachbildung (Δ -AN) sein.

4.8 Entkopplung

4.8.1 Anforderung

Um sicherzustellen, dass auf der Stromversorgungsseite vorhandene unerwünschte Signale und die unbekannte Impedanz des Stromversorgungsnetzes bei keiner Messfrequenz die Messung beeinflussen, muss eine Mindestentkopplung (Entkopplungsfaktor) zwischen jedem Stromversorgungs-Netzanschluss und dem Empfängeranschluss (der Netznachbildung) für einen gegebenen Abschluss des in Frage kommenden Prüflingsanschlusses der Netznachbildung vorhanden sein. Siehe Tabelle 4. Die Anforderung zur Impedanz gilt für die V-Stromversorgungs-Netznachbildung selbst ohne zusätzliche äußere Leitungen und Filter.

Zur Unterdrückung von Störgrößen am Stromversorgungs-Netzanschluss können zusätzliche Filtermaßnahmen außerhalb der Stromversorgungs-Netznachbildung erforderlich sein (siehe [CISPR 16-2-1](#) im Hinblick auf praktische Anforderungen).

Tabelle 4 – Werte für die Mindestentkopplung von V-Netznachbildungen

Abschnitt	Art des V-Netzwerks	Frequenzbereich MHzX	Mindestentkopplung dB
4.3	50 Ω/50 μH + 5 Ω	0,009 bis 0,05	0 bis 40 ^a
		0,05 bis 30	40
4.4	50 Ω/50 μH	0,15 bis 30	40
4.5	50 Ω/5 μH + 1 Ω	0,15 bis 3	0 bis 40 ^a
		3 bis 108	40
^a Diese Werte zeigen an, dass die Mindestentkopplung linear mit dem Logarithmus der Frequenz ansteigt.			

4.8.2 Messverfahren

Der Messaufbau ist in [Bild H.1](#) gezeigt. Zuerst wird für die Messung ein Signal U_1 über einer Lastimpedanz von 50 Ω bei einer Quellenimpedanz von 50 Ω gemessen. Dann muss diese Signalquelle zwischen dem in Frage kommenden Stromversorgungs-Netzanschluss und der Bezugsmasse angeschlossen werden. Die in Frage kommenden Prüflingsanschlüsse (der Netznachbildung) müssen mit 50 Ω abgeschlossen und die Ausgangsspannung U_2 muss am Empfängeranschluss (der mit einer Impedanz von 50 Ω abgeschlossen ist)

gemessen werden. Die Dämpfung des in 4.2 beschriebenen 10-dB-Dämpfungsglieds muss zur Anforderung an die Entkopplung addiert werden. Die Anforderung an die Entkopplung muss für alle Stromversorgungs-Netz- und Prüflingsanschlüsse erfüllt werden. Wenn der Abschluss der anderen Stromversorgungs-Netzanschlüsse das Messergebnis beeinflusst, dann muss die Anforderung (an die Entkopplung) mit den anderen Stromversorgungs-Netzanschlüssen in offenem und kurzgeschlossenem Zustand erfüllt werden.

Die folgende Gleichung muss erfüllt werden:

$$U_1 - U_2 \geq F_D + A \quad (1)$$

Dabei ist

U_1 die Bezugsspannung an den Stromversorgungs-Netzanschlüssen in dB(μ V);

U_2 die Ausgangsspannung am Empfängeranschluss in dB(μ V);

F_D die Anforderung zur Mindestentkopplung (Entkopplungsfaktor) in dB;

A die Dämpfung des eingebauten Dämpfungsglieds in dB.

ANMERKUNG Da Steckverbinder für Prüflinge für Hochfrequenzen (Funkfrequenzen) bis 30 MHz nicht optimiert sind, muss die Messung der Entkopplung des Netzwerks mit Hilfe von speziellen Messadaptern durchgeführt werden, um kurze Verbindungen zu ermöglichen. Die Messung von U_1 muss mit an die Quelle angeschlossenem Adapter durchgeführt werden.

4.9 Stromtragfähigkeit und Serien-Spannungsabfall

Der maximale Dauerstrom und der maximale Spitzenstrom müssen angegeben werden. Der Spannungsabfall am Prüfling, wenn er von Dauerströmen bis zu ihrem Höchstwert durchflossen wird, darf nicht kleiner als 95 % der Netzspannung an den Stromversorgungs-Netzanschlüssen der Stromversorgungs-Netznachbildung (AMN) sein.

4.10 Modifizierte Bezugsmasse-Verbindung

Die Messung bestimmter Arten von Prüflingen kann die Einfügung einer Impedanz in den Bezugsmasseleiter in den Stromversorgungs-Netznachbildungen (AMN) nach 4.3 und 4.4 erfordern, wobei die Anforderungen der zutreffenden Produktnormen einzuhalten sind. Diese Impedanz wird am Punkt X, der auf dem im Bild 5 bzw. Bild 6 dargestellten Bezugsmasseleiter markiert ist, eingefügt. Die einzufügende Impedanz ist entweder eine 1,6-mH-Drossel oder eine Impedanz, die mit der in 4.3 bzw. 4.4 festgelegten, für den jeweiligen Frequenzbereich geeigneten, Impedanz übereinstimmt.

ANMERKUNG Wenn der Frequenzbereich 9 kHz bis 150 kHz betrachtet wird, wird der 5- Ω -Widerstand der V-Stromversorgungs-Netznachbildung aus Sicherheitsgründen nicht eingefügt.

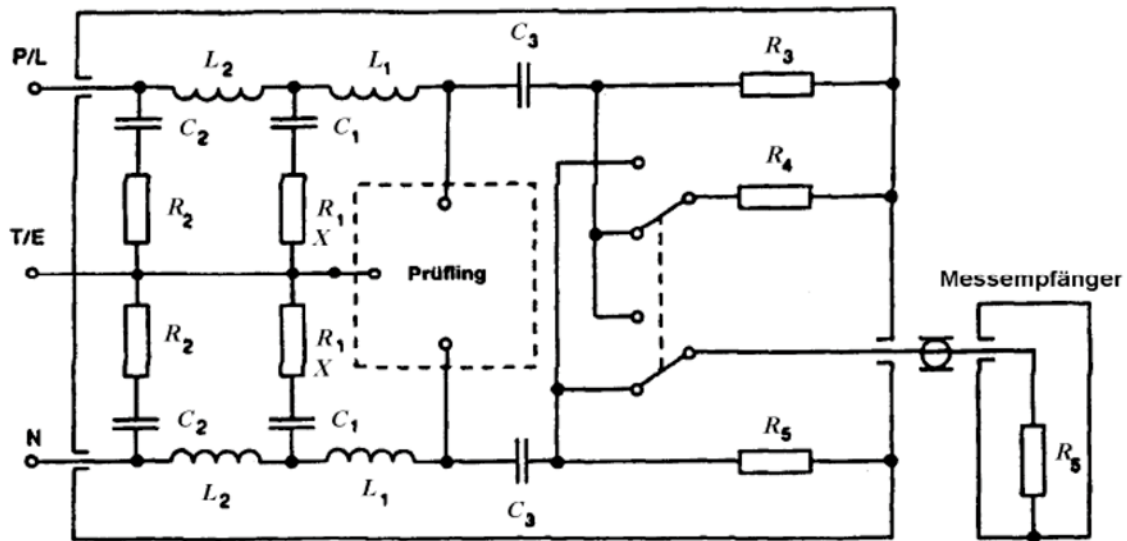


Bild 5 – Beispiel einer (50 Ω/50 μH + 5 Ω)-V-Netznachbildung (siehe 4.3 und A.2)

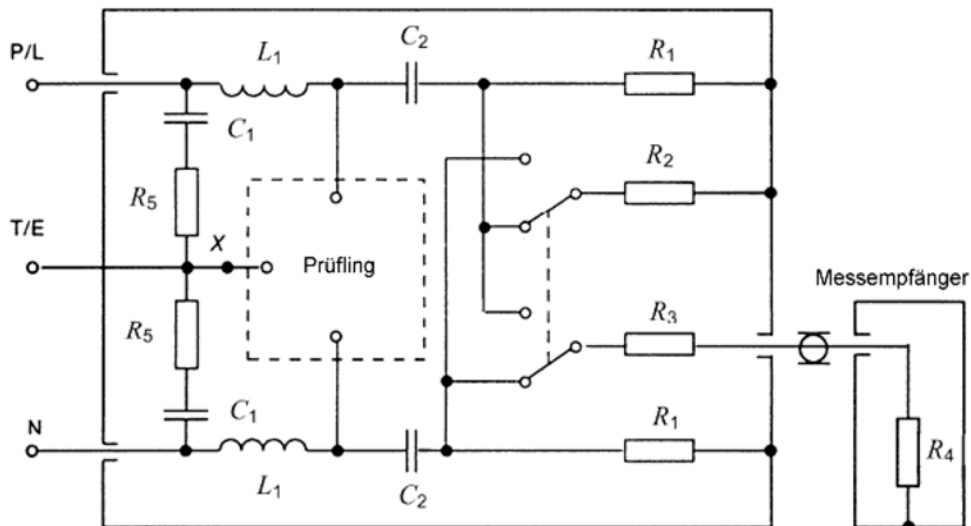


Bild 6 – Beispiel von (50 Ω/50 μH)-, (50 Ω/5 μH + 1 Ω)- oder 150 Ω-V-Netznachbildungen (siehe 4.4, 4.5, 4.6, A.3, A.4 und A.5, wie zutreffend)

4.11 Messung des Spannungsteilungsmaßes von V-Stromversorgungs-Netznachbildungen

Das Spannungsteilungsmaß zwischen dem Anschluss der V-Netznachbildung für den Prüfling und ihrem HF-Ausgangsanschluss muss gemessen und bei der Messung der Störspannung berücksichtigt werden. Ein Verfahren zur Messung des Spannungsteilungsmaßes ist in A.8 enthalten.

5 Stromwandler und Spannungstastköpfe

5.1 Stromwandler

5.1.1 Allgemeines

Asymmetrische Funkstörströme auf Leitungen können mit Hilfe einer aufklappbaren kapazitiven Stromwandlerzange ohne Herstellung eines direkten leitenden Kontakts mit dem störsignalführenden Leiter und ohne Modifikation des Stromkreises gemessen werden. Die Nützlichkeit dieses Verfahrens ist offensichtlich: Komplexe Verdrahtungssysteme, elektronische Schaltungen usw. können ohne Unterbrechung des bestimmungsgemäßen Betriebs und ohne Eingriff in die Konfiguration gemessen werden. Der Stromwandler ist so konstruiert, dass er bequem um den zu messenden Leiter herumgeklappt werden kann. Der Leiter stellt eine Primärwicklung mit einer Windung dar. Die Sekundärwicklung ist im Stromwandler enthalten.

Stromwandler können für Funkstörmessungen im Frequenzbereich 30 Hz bis 1 000 MHz gebaut werden, auch wenn der Hauptmessbereich zwischen 30 Hz und 100 MHz liegt. Oberhalb 100 MHz machen es auf Stromversorgungsleitungen ausgebildete stehende Wellen erforderlich, dass die Lage des Stromwandlers zur Anzeige des maximalen S(törs)troms optimiert wird.

Stromwandler sind so ausgelegt, dass sie einen ebenen Frequenzgang im Übertragungsbereich (Durchlassband) haben. Auch bei Frequenzen unterhalb dieses ebenen Übertragungsbereichs (Durchlassbands) kann noch genau gemessen werden, jedoch wegen der kleineren Übertragungsimpedanz nur mit verminderter Empfindlichkeit. Bei Frequenzen oberhalb des ebenen Übertragungsbereichs (Durchlassbands) sind die Messungen wegen der Resonanzen im Stromwandler ungenau.

Mit zusätzlicher Schirmung kann ein Stromwandler zur getrennten Messung entweder des asymmetrischen Stroms (Gleichtaktstroms) oder des symmetrischen Stroms (Gegentaktstroms) verwendet werden. Einige Einzelheiten der Konstruktion von Stromwandlern werden in Abschnitt B.5 zur Verfügung gestellt.

5.1.2 Aufbau

Der Stromwandler muss so konstruiert sein, dass eine Messung des Funkstörstroms ohne Unterbrechung der zu messenden Leitung möglich ist.

Einige typische Konstruktionsbeispiele von Stromwandlern werden in Anhang B zur Verfügung gestellt.

5.1.3 Eigenschaften

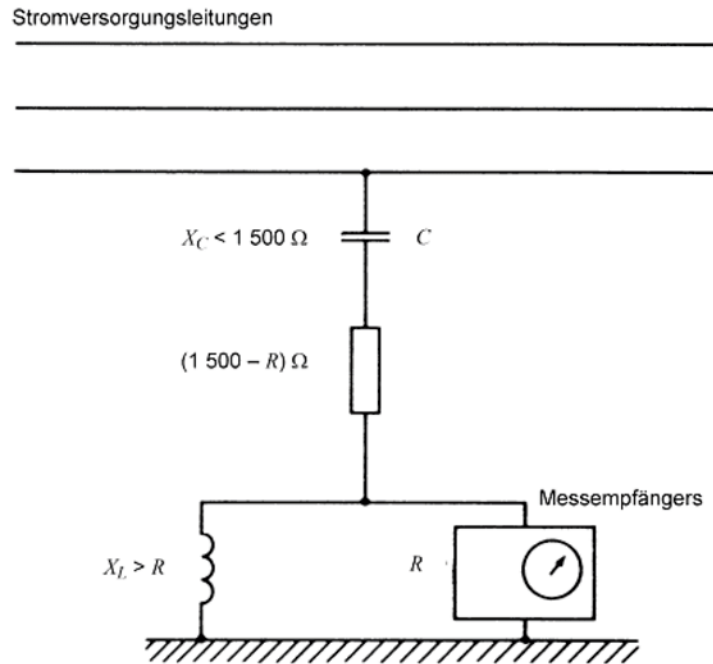
Einfügungsimpedanz:	maximal 1 Ω
Übertragungsimpedanz:	0,1 Ω bis 5 Ω im ebenen (linearen) Bereich; 0,001 Ω bis 0,1 Ω unterhalb des ebenen (linearen) Bereichs (Stromwandler mit 50 Ω abgeschlossen) ANMERKUNG Stattdessen kann der Kehrwert, der Übertragungs-Scheinleitwert [in dB(S)], benutzt werden. In Dezibel ausgedrückt, wird das Übertragungsmaß zur Anzeige des Messempfängers addiert. Für die Kalibrierung der Übertragungsimpedanz oder des Übertragungs-Scheinleitwerts wird eine für diesen Zweck geeignete Vorrichtung verwendet. Siehe Anhang B.
Zusätzliche Parallel-Kapazität:	weniger als 25 pF zwischen dem Gehäuse des Stromwandlers und dem gemessenen Leiter
Frequenzgang:	Für die Kalibrierung des Stromwandlers wird die Übertragungsimpedanz im angegebenen Frequenzbereich gemessen; der Bereich typischer Stromwandler liegt bei 100 kHz bis 100 MHz, 100 MHz bis 300 MHz und 200 MHz bis 1 000 MHz.

Impulsverhalten:	in Beratung
Magnetische Sättigung:	Der maximale Gleich- oder Netzwechselstrom im Primärleiter für einen Messfehler von weniger als 1 dB muss angegeben werden.
Grenzabweichung der Übertragungsimpedanz:	in Beratung
Einfluss von äußeren Magnetfeldern:	Rückgang der Anzeige um um 40 dB, wenn ein stromführender Leiter aus dem Stromwandler herausgenommen und neben diesen gelegt wird
Einfluss von elektrischen Feldern:	unempfindlich gegenüber Feldern $< 10 \text{ V/m}$
Einfluss der Lage (Messanordnung):	weniger als 1 dB bis 30 MHz und 2,5 dB von 30 MHz bis 1 000 MHz bei einem Leiter jeden Durchmessers irgendwo innerhalb der Öffnung
Leiterdurchmesser (Öffnung der Stromzange):	mindestens 15 mm

5.2 Spannungstastkopf

5.2.1 Spannungstastkopf mit hohem Innenwiderstand

Bild 7 zeigt eine Schaltung, die für Messungen der Spannung zwischen Netzleiter und Bezugsmasse verwendet wird. Der Tastkopf besteht aus einem Trennkondensator C und einem Widerstand, so dass der Gesamtwiderstand zwischen Leiter und Erde $1\,500\ \Omega$ beträgt. Der Tastkopf kann auch für Messungen an anderen Leitungen benutzt werden, und bei einigen Anwendungen muss möglicherweise seine Impedanz so weit erhöht werden, dass eine übermäßige Belastung hochohmiger Stromkreise vermieden wird. Aus Gründen der elektrischen Sicherheit kann es sein, dass eine Drossel am Eingang des Messempfängers angeschlossen werden muss; ihr Blindwiderstand X_L muss wesentlich größer als der Eingangswiderstand R des Messempfängers sein.



ANMERKUNG $U = \frac{1500}{R} U_m$

Dabei ist

U die Störspannung;

U_m die Spannung am Eingang des Messempefängers.

Bild 7 – Schaltung für die Messung der Funkstörspannung auf Stromversorgungsleitungen

Für die Kalibrierung von Spannungstastköpfen muss das Spannungsteilungsmaß in einem 50-Ω-System im Frequenzbereich von 9 kHz bis 30 MHz gemessen werden. Der Einfluss irgendeiner zum Schutz zu benutzenden Einrichtung auf die Messgenauigkeit sollte entweder kleiner als 1 dB sein oder bei der Kalibrierung berücksichtigt werden. Es muss darauf geachtet werden, dass der Funkstörpegel in Gegenwart von Umgebungsstörgrößen genau gemessen wird, um brauchbare Messergebnisse zu erhalten.

Die Leiterschleife, die durch die am Tastkopf angeschlossene Leitung, den zu prüfenden Stromversorgungs-Netzleiter und die Bezugsmasse gebildet wird, sollte möglichst klein sein, um die Wirkung starker Magnetfelder zu vermindern.

5.2.2 Kapazitiver Tastkopf

5.2.2.1 Allgemeines

Asymmetrische Störspannungen auf Leitungen können mit Hilfe einer aufklappbaren kapazitiven Koppereinrichtung ohne Herstellung eines direkten leitenden Kontakts mit dem störsignalführenden Leiter und ohne Modifikation des Stromkreises gemessen werden. Die Nützlichkeit dieses Verfahrens ist offensichtlich: Komplexe Verdrahtungssysteme, elektronische Schaltungen usw. können ohne Unterbrechung des üblichen Betriebs oder Eingriff in die Anordnung des Prüflings und ohne Notwendigkeit zur Auftrennung des Kabels zum Einfügen eines Messadapters gemessen werden. Der kapazitive Spannungstastkopf ist so konstruiert, dass er bequem um den zu messenden Leiter herumgeklappt werden kann.

Der kapazitive Spannungstastkopf wird für die Messung leitungsgeführter Störgrößen im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz verwendet und hat im interessierenden Frequenzbereich einen nahezu perfekt flachen Frequenzgang. Das Spannungsteilungsmaß, das als Verhältnis der Störspannung auf der Leitung zur Eingangsspannung am Messempefänger definiert ist, hängt vom Kabeltyp ab. Dieser Kennwert sollte unter