

	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren – Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder (IEC 61000-4-6:1996 + A1:2000) Deutsche Fassung EN 61000-4-6:1996 + A1:2001	DIN EN 61000-4-6
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0847 Teil 4-6
ICS 33.100.20 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields (IEC 61000-4-6:1996 + A1:2000); German version EN 61000-4-6:1996 + A1:2001 Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques (CEI 61000-4-6:1996 + A1:2000); Version allemande EN 61000-4-6:1996 + A1:2001 Die Europäische Norm EN 61000-4-6:1996, zusammen mit der eingearbeiteten Änderung A1:2001, hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 61000-4-6 wurde am 1996-07-02 angenommen. Die Änderung A1 wurde am 2000-12-01 angenommen. Daneben darf DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847 Teil 4-6):1997-04 noch bis 2003-12-01 angewendet werden. Nationales Vorwort Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 767.3 „Hochfrequente Störgrößen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig. Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 77B/244/CD (VDE 0847 Teil 4-244):1998-11. Die enthaltene IEC-Publikation IEC 61000-4-6:1996 wurden vom SC 65A „System aspects“ und SC 77B „High-frequency phenomena“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet. Die Zuständigkeit für diese Publikation ist inzwischen alleinig an das IEC/SC 77B übergegangen, das die Änderung A1:2000 zu dieser IEC-Publikation erarbeitet hat. Fortsetzung Seite 2 bis 4 und 45 Seiten EN DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 2003 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung der Europäischen Norm EN 61000-4-6:1996-07 „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren – Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder“, in die die Änderung A1:2000-11 eingearbeitet wurde. Die Europäische Norm EN 61000-4-6:1996 + A1:2001 übernimmt unverändert die Internationale Norm IEC 61000-4-6:1996-03 + Corrigendum:1996-09 „Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency, fields“ und deren Änderung A1:2000-11.

ANMERKUNG Die konsolidierte Fassung aus IEC 61000-4-6:1996-03 und deren Änderung A1:2000-11 wurde als IEC 61000-4-6:2001-04 veröffentlicht.

Die Abschnitte der eingearbeiteten Änderung A1:2001 zur EN 61000-4-6:1996 sind am Rand mit einer senkrechten Linie gekennzeichnet, da das für diese Änderung festgelegte späteste Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen, noch nicht abgelaufen ist, d. h., der Anwender bis zum Ablauf dieses Datums die Möglichkeit besitzt, die durch die Änderung A1:2001 zur EN 61000-4-6:1996 festgelegten Änderungen entweder bereits zu berücksichtigen oder noch nicht zu berücksichtigen.

Folgende Hauptabschnitte der EMV-Grundnorm IEC 61000-4 bzw. EN 61000-4 sind zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm verabschiedet:

- Hauptabschnitt 1:** Übersicht über die Störfestigkeitsprüfverfahren
- Hauptabschnitt 2:** Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität
- Hauptabschnitt 3:** Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder
- Hauptabschnitt 3/A1:** Störfestigkeit gegen hochfrequente Aussendungen von digitalen Funktelefonen
- Hauptabschnitt 4:** Störfestigkeit gegen schnelle transiente Störgrößen (Burst)
- Hauptabschnitt 5:** Störfestigkeit gegen Stoßspannungen
- Hauptabschnitt 6:** Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder über 9 kHz
- Hauptabschnitt 7:** Allgemeiner Leitfaden für Verfahren und Geräte zur Messung von Oberschwingungen und Zwischenharmonischen in Stromversorgungsnetzen und angeschlossenen Geräten
- Hauptabschnitt 8:** Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen
- Hauptabschnitt 9:** Störfestigkeit gegen impulsförmige Magnetfelder
- Hauptabschnitt 10:** Störfestigkeit gegen gedämpft schwingende Magnetfelder
- Hauptabschnitt 11:** Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen
- Hauptabschnitt 12:** Störfestigkeit gegen gedämpfte Schwingungen
- Hauptabschnitt 14:** Störfestigkeit gegen Spannungsschwankungen
- Hauptabschnitt 15:** Flickermeter – Funktionsbeschreibung und Auslegungsspezifikation
- Hauptabschnitt 16:** Störfestigkeit gegen leitungsgeführte, asymmetrische Störgrößen im Frequenzbereich von 0 Hz bis 150 kHz
- Hauptabschnitt 23:** Prüfverfahren für Komponenten zum Schutz gegen HEMP und andere gestrahlte Störgrößen
- Hauptabschnitt 24:** Prüfverfahren für Einrichtungen zum Schutz gegen leitungsgeführte HEMP-Störgrößen
- Hauptabschnitt 27:** Störfestigkeit gegen Unsymmetrie (der Versorgungsspannung)

- Hauptabschnitt 28:** Störfestigkeit gegen Schwankungen der energietechnischen Frequenz (Netzfrequenz)
- Hauptabschnitt 29:** Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen an Gleichstrom-Netzeingängen.

Die Veröffentlichungen der Deutschen Fassungen erfolgen im Rahmen der Klassifikation VDE 0847.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847 Teil 4-6):1997-04** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Abschnitt 9 „Prüfergebnisse und Prüfbericht“ wurde in zwei Abschnitte 9 „Ermittlung der Prüfergebnisse“ und 10 „Prüfbericht“ aufgeteilt und der Text geändert;
- b) der Inhalt der Norm wurde redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847 Teil 4-6):1997-04

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-131:1978	V DIN IEC 60050-131:1983-01	–
–	IEC 60050-161:1990	Deutsche Ausgabe des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs – Kapitel 161: Elektromagnetische Verträglichkeit:1999	–
EN 61000-4-3:1996 ¹⁾	IEC 61000-4-3:1996 ¹⁾	DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847 Teil 4-3):1997-08 ¹⁾	VDE 0847 Teil 4-3

¹⁾ Inzwischen ergänzt durch die Änderung A1:1998 zur IEC 61000-4-3:1995; die unverändert als A1:1998 zur Europäischen Norm IEC 61000-4-3:1996 übernommen wurde; die konsolidierte Deutsche Fassung der IEC 61000-4-3:1996 + A1:1998 wurde als **DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847 Teil 4-3):1999-06** veröffentlicht. Eine weitere Änderung A2:2000 zur IEC 61000-4-3:1995 wurde mittlerweile ebenfalls veröffentlicht und unverändert als A2:2001 zur Europäischen Norm IEC 61000-4-3:1996 übernommen; die

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC/CISPR 16-1:1990 ²⁾	E DIN VDE 0876-16-1 (VDE 0876 Teil 16-1):1998-05	VDE 0876 Teil 16-1
EN 55020:1994	IEC/CISPR 20:1990 ³⁾	DIN EN 55020 (VDE 0872 Teil 20):1995-05	VDE 0872 Teil 20

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

Deutsche Ausgabe des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs - Kapitel 161: Elektromagnetische Verträglichkeit, *Deutsche Ausgabe des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs - Kapitel 161: Elektromagnetische Verträglichkeit; Konsolidierte Fassung aus IEC 60050-161:1990-08, Änderung 1:1997-10 und Änderung 2:1998-04*

V DIN IEC 60050-131, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch - Teil 131: Elektrische Stromkreise und magnetische Kreise*

DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847 Teil 4-3), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4: Prüf- und Messverfahren - Hauptabschnitt 3: Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder (IEC 61000-4-3:1995, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61000-4-3:1996*

DIN EN 55020 (VDE 0872 Teil 20), *Störfestigkeit von Rundfunkempfängern und verwandten Geräten der Unterhaltungselektronik; Deutsche Fassung EN 55020:1994*

E DIN VDE 0876-16-1 (VDE 0876 Teil 16-1), *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 1: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit (IEC-CISPR 16-1:1990)*

konsolidierte Deutsche Fassung der IEC 61000-4-3:1996 + A1:1998 + A2:2001 wurde als **DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847 Teil 4-3):2001-12** veröffentlicht.

²⁾ Inzwischen wurde die 2. Ausgabe 1990-10 veröffentlicht.

³⁾ Inzwischen wurde als Neuausgabe die Ausgabe 2001 veröffentlicht und als EN 55020:2001 übernommen; die konsolidierte Deutsche Fassung befindet sich zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Norm als **DIN EN 55020 (VDE 0872 Teil 20)** noch in Druck.

**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren
– Störfestigkeit gegen leitungsgeführte
Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder**

(Einschließlich Änderung A1:2001)
(IEC 61000-4-6:1996 + A1:2000)

Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6:
Testing and measurement techniques –
Immunity to conducted disturbances, induced by
radio-frequency fields
(Includes Amendment A1:2001)
(IEC 61000-4-6:1996 + A1:2000)

Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie
4-6: Techniques d'essai et de mesure –
Immunité aux perturbations conduites, induites
par les champs radioélectriques
(Inclut l'amendement A1:2001)
(CEI 61000-4-6:1996 + A1:2000)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1996-07-02 und die A1 am 2000-12-01 angenommen. Die 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 65A/165/FDIS – 77B/144/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61000-4-6, ausgearbeitet von dem IEC SC 65A „System aspects“ des IEC TC 65 „Industrial-process measurement and control“ und von dem IEC SC 77B „High-frequency phenomena“ des IEC TC 77 „Electromagnetic compatibility“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 1996-07-02 als EN 61000-4-6 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 1997-04-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 1997-04-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm sind die Anhänge A und ZA normativ und die Anhänge B, C, D und E informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Vorwort der Änderung A1:2001 zur Europäischen Norm EN 61000-4-6:1996

Der Text des Schriftstücks IEC 77B/291/FDIS, zukünftige Änderung 1 zu IEC 61000-4-6:1996, ausgearbeitet von dem IEC SC 77B „High-frequency phenomena“ des IEC TC 77 „Electromagnetic compatibility“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2000-12-01 als Änderung A1 zu EN 61000-4-6:1996 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die Änderung auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2001-09-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2003-12-01

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61000-4-6:1996 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Anerkennungsnotiz der Änderung A1:2001 zur Europäischen Norm EN 61000-4-6:1996

Der Text der Änderung 1:2000 zur Internationalen Norm IEC 61000-4-6:1996 wurde von CENELEC als Änderung zur Europäischen Norm ohne irgendeine Abänderung angenommen.

Inhalt

Vorwort	2
Anerkennungsnotiz	2
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Allgemeines	7
4 Definitionen	8
5 Prüfschärfegrade (Prüfpegel)	9
6 Prüfeinrichtung	10
6.1 Prüfgenerator	10
6.2 Koppel-/Entkoppeleinrichtungen	11
6.2.1 Direkte Kopplung	11
6.2.2 Koppel-/Entkoppelnetzwerke (en: CDN)	12
6.2.2.1 <i>Koppel-/Entkoppelnetzwerke für Stromversorgungsleitungen</i>	12
6.2.2.2 <i>Koppel-/Entkoppelnetzwerke für ungeschirmte, symmetrisch betriebene Leitungen</i>	12
6.2.2.3 <i>Koppel-/Entkoppelnetzwerke für ungeschirmte, unsymmetrisch betriebene Leitungen</i>	13
6.2.3 Einspeisung mit der Koppelzange	13
6.2.3.1 <i>Stromzange</i>	13
6.2.3.2 <i>EM-Koppelstrecke</i>	13
6.2.4 Entkoppelnetzwerk	13
6.3 Nachweis der asymmetrischen Impedanz am Prüflingsanschluss des Koppel-/Entkoppelnetzwerkes	14
6.3.1 Einfügungsdämpfung des 150-Ω- zu 50-Ω-Übergangs	14
6.4 Einstellung des Prüfgenerators	14
6.4.1 Einstellung der Ausgangsspannung am Prüflingsanschluss des Koppelnetzwerkes	15
7 Prüfaufbau für Tisch- und Standgeräte	15
7.1 Regeln für die Auswahl des Einkopplungsverfahrens und der Prüfpunkte	15
7.1.1 Einkopplungsverfahren	16
7.1.2 Prüfpunkte	17
7.2 Verfahren für die Einspeisung mit der Koppelzange	17
7.3 Verfahren für die Einspeisung mit der Koppelzange, wenn die Anforderungen zur asymmetrischen Impedanz nicht erfüllt werden können	17
7.4 Prüflinge (en: EUT), die aus einer einzigen Einheit bestehen	18
7.5 Prüflinge (en: EUT), die aus mehreren Einheiten bestehen	18
8 Prüfverfahren	19
9 Ermittlung der Prüfergebnisse	20
10 Prüfbericht	20
Anhang A (normativ) Zusätzliche Informationen zur Einspeisung über eine Koppelzange	32
A.1 Stromzange	32

A.2	EM-Koppelstrecke	32
A.3	Prüfaufbau	32
Anhang B (informativ)	Auswahlkriterien für den anzuwendenden Frequenzbereich	37
Anhang C (informativ)	Anleitung für die Auswahl der Prüfschärfegrade	39
Anhang D (informativ)	Informationen über Koppel-/Entkoppelnetzwerke	40
D.1	Grundeigenschaften der Koppel-/Entkoppelnetzwerke	40
D.2	Beispiele von Koppel-/Entkoppelnetzwerken	40
Anhang E (informativ)		44
Informationen zu den Anforderungen an den Prüfgenerator		44
Anhang ZA (normativ)	Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	45
Bild 1	– Regeln für die Auswahl des Einkopplungsverfahrens	16
Bild 2a	– Darstellung der elektromagnetischen Felder in der Nähe des Prüflings (en: EUT), die durch asymmetrische Ströme auf seinen Leitungen verursacht werden	22
Bild 2b	– Prinzipschaltbild für Prüfungen der Störfestigkeit gegen leitungsgeführte HF-Störgrößen	23
Bild 2	– Prüfung der Störfestigkeit gegen leitungsgeführte HF-Störgrößen	23
Bild 3	– Aufbau des Prüfgenerators	24
Bild 4a	– unmoduliertes HF-Signal $U_{pp} = 2,82 \text{ V}$, $U_{rms} = 1,00 \text{ V}$	24
Bild 4b	– moduliertes HF-Signal 80 % AM $U_{pp} = 5,09 \text{ V}$, $U_{rms} = 1,12 \text{ V}$	24
Bild 4	– Definition der Wellenform am Ausgang des Prüflingsanschlusses eines Koppelnetzwerkes (EMK für Prüfschärfegrad 1)	24
Bild 5a	– Liste der in den nachfolgenden Aufbauten verwendeten Symbole	25
Bild 5b	– Prinzip der direkten Einkopplung auf geschirmte Leitungen	25
Bild 5c	– Prinzip der direkten Einkopplung auf ungeschirmte (Stromversorgungs-)Leitungen	26
Bild 5d	– Prinzip der Entkopplung	26
Bild 5	– Prinzipien der Kopplung und Entkopplung	26
Bild 6	– Prinzip der Kopplung und Entkopplung mit dem Koppelzangenverfahren	27
Bild 7a	– Beispiel für die geometrischen Einzelheiten des Aufbaus zur Überprüfung der Impedanzeigenschaften der Koppel-/Entkoppelnetzwerke	27
Bild 7b	– Prinzip des Aufbaus zur Überprüfung von Z_{ce} der Koppel-/Entkoppelnetzwerke	28
Bild 7c	– Prinzip des Aufbaus zur Überprüfung der Einfügungsdämpfung von zwei 150-Ω- zu 50-Ω- Übergängen	28
Bild 7d	– Schaltkreis des 150-Ω- zu 50-Ω-Übergangs	28
Bild 7e	– Konstruktionsbild des 150-Ω- zu 50-Ω-Übergangs	28
Bild 7	– Einzelheiten der Aufbauten und Komponenten zur Überprüfung der wichtigsten Eigenschaften der Koppel-/Entkoppelnetzwerke und der 150-Ω- zu 50-Ω-Übergänge	28
Bild 8a	– Festlegung des asymmetrischen Anschlusspunktes bei ungeschirmten Leitungen	29
Bild 8b	– Festlegung des asymmetrischen Anschlusspunktes bei geschirmten Leitungen	29
Bild 8c	– Aufbau zur Einstellung des Prüfpegels am Prüflingsanschluss der Koppel- /Entkoppelnetzwerke	29
Bild 8	– Aufbau zur Einstellung des Prüfpegels (siehe 6.4.1)	29

Bild 9 – Beispiel für den Prüfaufbau eines Einzelgerätes der Schutzklasse II (siehe IEC 60536)	30
Bild 10 – Beispiel für den Prüfaufbau eines aus mehreren Einheiten bestehenden Gerätes, das als Einzelgerätes der Schutzklasse II angesehen wird (siehe IEC 60536)	31
Bild A.1 – Schaltung für die Pegeleinstellung in einer 50-Ω-Haltevorrichtung	33
Bild A.2 – Konstruktion der 50-Ω-Haltevorrichtung	33
Bild A.3 – Einzelheiten der Konstruktion der EM-Koppelstrecke	34
Bild A.4 – Konzept der EM-Koppelstrecke (elektromagnetischen Koppelstrecke)	35
Bild A.5 – Koppelfaktor der EM-Koppelstrecke	35
Bild A.6 – Prinzipieller Prüfaufbau mit Koppelzangen	36
Bild A.7 – Beispiel für die Anordnung der Prüfeinheit auf der Massefläche bei Verwendung von Koppelzangen (Draufsicht)	36
Bild B.1 – Startfrequenz als Funktion von Leitungslänge und Größe des Gerätes (der Einrichtung)	38
Bild D.1 – Beispiel eines vereinfachten Schaltbildes für ein CDN-S1 für geschirmte Leitungen (siehe 6.2.1)	41
Bild D.2 – Beispiel eines vereinfachten Schaltbildes für ein CDN-M1/-M2/-M3 für ungeschirmte Stromversorgungsleitungen (siehe 6.2.2.1)	41
Bild D.3 – Beispiel eines vereinfachten Schaltbildes für ein CDN-AF2 für ungeschirmte, unsymmetrisch betriebene Leitungen (siehe 6.2.2.3)	42
Bild D.4 – Beispiel eines vereinfachten Schaltbildes für ein CDN-T2 für ungeschirmte, symmetrisch betriebene Leitungen (siehe 6.2.2.2)	42
Bild D.5 – Beispiel eines vereinfachten Schaltbildes für ein CDN-T4 für ungeschirmte, symmetrisch betriebene Leitungen (siehe 6.2.2.2)	43
Bild D.6 – Beispiel eines vereinfachten Schaltbildes für ein CDN-T8 für ungeschirmte, symmetrisch betriebene Leitungen (siehe 6.2.2.2)	43
 Tabelle 1 – Prüfschärfegrade (Prüfpegel)	 10
Tabelle 2 – Eigenschaften des Prüfgenerators	11
Tabelle 3 – Hauptparameter der Koppel- und Entkoppelnetzwerke	11

Einleitung

Diese Norm ist ein Teil der Reihe IEC 61000 entsprechend der folgenden Struktur:

Teil 1: Allgemeines

- Allgemeine Betrachtungen (Einleitung, Grundprinzipien)
- Definitionen, Begriffe

Teil 2: Umgebung

- Umgebungsbeschreibung
- Einteilung der Umgebung in Klassen
- Verträglichkeitspegel

Teil 3: Grenzwerte

- Grenzwerte der Störaussendung
- Grenzwerte der Störfestigkeit (soweit sie nicht in den Zuständigkeitsbereich der Produktkomitees fallen)

Teil 4: Prüf- und Messverfahren

- Messverfahren
- Prüfverfahren

Teil 5: Installationsrichtlinien und Abhilfemaßnahmen

- Installationsrichtlinien
- Abhilfemaßnahmen und Geräte

Teil 9: Verschiedenes

Jeder Teil ist darüber hinaus in Hauptabschnitte unterteilt, die entweder als Internationale Normen oder als Technische Berichte veröffentlicht werden.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 61000-4 enthält Anforderungen zur Störfestigkeit von elektrischen oder elektronischen Geräten (Einrichtungen) gegen elektromagnetische Störgrößen von Hochfrequenz-(HF-)Sendefunkanlagen im Frequenzbereich 9 kHz bis 80 MHz. Geräte (Einrichtungen), die nicht mindestens eine Leitung besitzen, über die die HF-Störfelder eingekoppelt werden können (z. B. Stromversorgungsleitungen, Signalleitungen oder Erdverbindungen), sind von der Prüfung ausgenommen.

ANMERKUNG Die in diesem Teil festgelegten Prüfverfahren dienen der Ermittlung der Auswirkungen, die leitungsgeführte, durch elektromagnetische Strahlung induzierte Störgrößen auf das betreffende Gerät (die betreffende Einrichtung) haben. Die Nachbildung und Messung dieser leitungsgeführten Störgrößen sind nicht ausreichend genau für die quantitative Beurteilung dieser Auswirkungen. Die festgelegten Prüfverfahren haben in erster Linie zum Ziel, wiederholbare Prüfergebnisse verschiedener Prüflaboratorien bei der qualitativen Bewertung der Auswirkungen zu ermöglichen.

Dieser Teil ist nicht dafür vorgesehen, die Prüfungen festzulegen, die auf bestimmte Geräte oder Systeme anzuwenden sind. Sein Hauptziel ist es, einen allgemeinen grundlegenden Bezug für alle betroffenen Produktkomitees der IEC zu geben. Die Produktkomitees (oder Anwender oder Hersteller von Geräten (Einrichtungen)) bleiben für die geeignete Auswahl der Prüfungen und des für ihr Gerät (ihre Einrichtung) anzuwendenden Prüfschärfegrades (Prüfpegels) verantwortlich.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieses Teiles der IEC 61000 sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender dieses Teiles der IEC 61000 werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

IEC 60050(131):1978, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 131: Electric and magnetic circuits*

IEC 60050(161):1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 61000-4-3:1996, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC/CISPR 16-1:1993, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus*

IEC/CISPR 20:1990, *Limits and methods of measurement of immunity characteristics of sound and television broadcast receivers and associated equipment*

3 Allgemeines

Die in diesem Teil der IEC 61000-4 erfassten Störquellen sind ursprünglich elektromagnetische Felder, die von Sendefunkanlagen erzeugt werden und die auf der vollen Länge der Leitungen, die an das Gerät (die Einrichtung) angeschlossen sind, einwirken können. Es wird angenommen, dass die Abmessungen der beeinflussten Geräte (Einrichtungen), die meist Teil eines größeren Systems (einer größeren Anlage) sind, klein sind bezogen auf die Wellenlänge. Die anschließbaren Leitungen, z. B. Stromversorgungs-, Kommunikations-, Schnittstellenleitungen, verhalten sich deshalb wie ein passives Netzwerk von Antennen, da ihre Ausdehnung mehrere Wellenlängen lang sein kann.

Zwischen solchen Netzwerken angeschlossen, ist das empfindliche Gerät (die empfindliche Einrichtung) Strömen ausgesetzt, die „durch“ das Gerät (die Einrichtung) fließen. Für Kabelsysteme, die mit einem Gerät (einer Einrichtung) verbunden sind, wird angenommen, dass sie in Resonanz geraten ($\lambda/4$, $\lambda/2$ nicht abgeschlossene oder gefaltete Dipole) und durch Koppel-/Entkoppelnetzwerke nachgebildet werden, die eine asymmetrische Impedanz von $150\ \Omega$ zur Bezugsmassefläche haben.

Die beschriebenen Prüfverfahren setzen den Prüfling (en: EUT) einer Störquelle aus, die elektrische und magnetische Felder umfasst, wie sie von Sendefunkanlagen ausgehen. Diese Störfelder (E und H) werden durch die elektrischen und magnetischen Nahfelder annähernd nachgebildet, die in Spannungen und Ströme resultieren, die durch den Prüfaufbau nach Bild 2a entstehen.

Das Prüfverfahren, bei dem über ein Koppel-/Entkoppelnetzwerk eine Leitung nach der anderen angeregt wird, während alle anderen Leitungen nicht beaufschlagt werden – siehe Bild 2b –, kann nur annähernd reale Anlagen (Installationen) nachbilden, in denen die Störgrößen auf alle Leitungen gleichzeitig mit einem Bereich unterschiedlicher Amplituden und unterschiedlicher Phasenlagen wirken.

Koppel-/Entkoppelnetzwerke werden durch die in 6.2 beschriebenen Eigenschaften definiert. Es kann jedes Koppel-/Entkoppelnetzwerk verwendet werden, das diese Eigenschaften besitzt. Die im Anhang D aufgeführten Koppel-/Entkoppelnetzwerke stellen nur Beispiele von allgemein erhältlichen Koppel-/Entkoppelnetzwerken dar.

4 Definitionen

Für die Anwendung dieses Teiles der Internationalen Norm IEC 61000-4 gelten die nachfolgenden Definitionen zusammen mit denen aus IEC 60050 (161).

4.1

Handnachbildung

elektrisches Netzwerk, das die Impedanz des menschlichen Körpers unter durchschnittlichen Betriebsbedingungen zwischen einem in der Hand gehaltenen elektrischen Betriebsmittel und Bezugserde nachbildet [IEV 161-04-27]^{N1)}

ANMERKUNG Der Aufbau sollte mit IEC/CISPR 16-1 übereinstimmen

4.2

Zusatz-/Hilfseinrichtungen (en: „auxiliary equipment“, AE)

Einrichtungen, die notwendig sind, um die für den üblichen Betrieb des Prüflings (en: EUT) erforderlichen Signale zu liefern, und Einrichtungen, die notwendig sind, um das Betriebsverhalten des Prüflings (en: EUT) nachzuweisen

4.3

Einspeisung über Koppelzange

Die Einspeisung in die Leitung erfolgt durch Anlegen einer Koppelzange

- **Stromzange:** Übertrager, bei dem die Sekundärwindung aus dem Kabel besteht, in das die Störgröße eingespeist wird
- **Elektromagnetische (EM-)Koppelstrecke:** Koppelstrecke mit kapazitiver und induktiver Kopplung

4.4

asymmetrische Impedanz

Quotient aus asymmetrischer Spannung zu asymmetrischem Strom an einer bestimmten Schnittstelle

ANMERKUNG Diese asymmetrische Impedanz kann bestimmt werden durch Anlegen einer Einheitsspannung zwischen der (den) Klemme(n) oder dem Schirm dieser Schnittstelle und einer/einem Bezugsfläche(n-punkt). Der daraus resultierende asymmetrische Strom ist dann als die Vektorsumme aller Ströme zu messen, die durch diese Klemme(n) oder den Schirm fließen, siehe Bilder 8a und 8b

^{N1)} Nationale Fußnote: Inzwischen wurde diese Definition in IEC 161-14-30 geändert.

4.5

Koppelfaktor

Quotient aus der Leerlaufspannung (EMK) am Prüflingsausgang der Koppel-/Entkoppelnetzwerke zur Leerlaufspannung am Ausgang des Generators

4.6

Koppelnetzwerk

elektrische Schaltung mit dem Zweck der Energieübertragung von einem Kreis in einen anderen

ANMERKUNG Die Koppel- und Entkoppeleinrichtungen können in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht (Koppel-/Entkoppelnetzwerke (en: CDN)) oder getrennt aufgebaut sein (Einspeisung mit Koppelzange)

4.7

Entkoppelnetzwerk

elektrische Schaltung mit dem Zweck zu verhindern, dass Prüfsignale, mit denen der Prüfling (en: EUT) beaufschlagt wird, andere Geräte, Einrichtungen und Systeme, die nicht geprüft werden, beeinflussen

4.6

elektromagnetische Welle

Elektromagnetische Energieausbreitung, die durch die Schwingung einer elektrischen Ladung entsteht und durch die Schwingung des elektrischen und magnetischen Feldes gekennzeichnet ist

4.8

Prüfling (en: EUT)

zu prüfendes Gerät; zu prüfende Einrichtung

4.9

Prüfgenerator

Generator (bestehend aus Hochfrequenzgenerator, Modulationsquelle, Dämpfungsgliedern, Breitband-Leistungsverstärker und Filtern), der in der Lage ist, das geforderte Prüfsignal zu erzeugen (siehe [Bild 3](#))

4.10

Elektromotorische Kraft (EMK)

Spannung an den Polen der idealen Spannungsquelle in der Ersatzschaltung eines aktiven Elements [IEV 131-01-38]

4.11

Messergebnis, U_m

am Spannungsmessgerät abgelesene Größen – Spannungswert

4.12

Stehwellenverhältnis (en: „voltage standing wave ratio“, VSWR)

Quotient aus Maximalwert zu Minimalwert der Amplitude (der jeweiligen Feldkomponente) entlang der Leitung

5 Prüfschärfegrade (Prüfpegel)

Im Frequenzbereich 9 kHz bis 150 kHz sind keine Prüfungen mit induzierten Störgrößen, die durch von Sendefunkanlagen absichtlich erzeugte elektromagnetische Felder verursacht werden, erforderlich:

Tabelle 1 – Prüfschärfegrade (Prüfpegel)

Frequenzbereich 150 kHz bis 80 MHz		
Prüfschärfegrad	Spannung (EMK) V/m	
	U_0 dB(μV)	U_0 V
1	120	1
2	130	3
3	140	10
X ¹⁾	besondere Festlegung	
¹⁾ „X“ ist ein offener Prüfschärfegrad.		

Tabelle 1 enthält die Prüfpegel als Effektivwerte der Leerlaufspannung (EMK) des unmodulierten Störsignals. Die Prüfschärfegrade (Prüfpegel) gelten für den Prüflingsanschluss des Koppelnetzwerkes, siehe 6.4.1. Für die Prüfung der Geräte (Einrichtungen) wird dieses Signal mit einer 1-kHz-Sinuswelle und einer Tiefe von 80 % amplitudenmoduliert, um reale Bedrohungen nachzubilden. Die Amplitudenmodulation ist in Bild 4 gezeigt. Eine Anleitung zur Auswahl der Prüfschärfegrade ist im Anhang C gegeben.

ANMERKUNG 1 IEC 61000-4-3 legt ebenfalls Prüfverfahren zur Bestimmung der Störfestigkeit von elektrischen und elektronischen Geräten (Einrichtungen) gegen gestrahlte elektromagnetische Energie fest. Sie deckt Frequenzen oberhalb 80 MHz ab. Produkt-Komitees können entscheiden, ob eine niedrigere oder höhere Übergangsfrequenz als 80 MHz (zwischen den Normen IEC 61000-4-3 und 61000-4-6) zu wählen ist (siehe Anhang B).

ANMERKUNG 2 Produktkomitees können alternative Modulationsarten auswählen.

6 Prüfeinrichtung

6.1 Prüfgenerator

Der Prüfgenerator umfasst alle Geräte und Bauteile, um die am Eingangsanschluss jedes Koppelnetzwerkes erforderliche Prüfstörgröße mit dem geforderten Schärfegrad am Prüflingsanschluss (geforderten Punkt) zu erzeugen. Eine typische Anordnung umfasst die nachfolgenden Teile, die getrennt oder in eine oder mehrere Prüfeinrichtungen eingebaut sein können (siehe 4.9 und Bild 3):

- *HF-Signalgenerator(en) G1*, der (die) in der Lage ist (sind), in dem interessierenden Frequenzband eine mit einer 1-kHz-Sinuswelle mit 80 % Tiefe amplitudenmodulierte Prüfstörgröße zu erzeugen. Er muss (Sie müssen) entweder einen automatischen Frequenzdurchlauf von $\leq 1,5 \times 10^{-3}$ Dekaden/s und/oder einen manuellen Durchlauf haben oder im Fall von HF-Synthesizern mit frequenzabhängigen Schrittweiten und Verweilzeiten programmiert werden können;
- *Dämpfungsglied T1* (typischerweise 0 dB bis 40 dB) mit einem ausreichenden Frequenzbereich zur Einstellung der Ausgangsspannung der Prüfsignalquelle. T1 kann in den Hochfrequenzgenerator integriert sein.
- *Hochfrequenzschalter S1*, mit dem die Prüfstörgröße während der Ermittlung der Störfestigkeit ein- und ausgeschaltet werden kann. Die Verwendung dieses Schalters erfolgt wahlweise und er kann in den Hochfrequenzgenerator integriert sein.
- *Breitband-Leistungsverstärker PA*, der notwendig sein kann, um das Signal zu verstärken, wenn die Ausgangsleistung des Hochfrequenzgenerators nicht ausreicht.
- *Tiefpassfilter (en: LPF)* und/oder *Hochpassfilter (en: HPF)*, die notwendig sein können, um Probleme zu vermeiden, die durch (Sub-)Harmonische bei einigen Arten von Prüflingen (en: EUT), z. B. HF-Empfängern, verursacht werden können. Falls sie verwendet werden, müssen sie zwischen dem Breitband-Leistungsverstärker PA und dem Dämpfungsglied T2 angeordnet werden.

- *Dämpfungsglied T2* (> 6 dB, Z_0 40 Ω) mit ausreichenden Bemessungsdaten. T2 ist dafür vorgesehen, die Fehlanpassung zwischen dem Breitband-Leistungsverstärker und dem Koppelnetzwerk zu verringern; die Einstellung muss so nahe wie möglich zum Koppelnetzwerk angeordnet sein.

ANMERKUNG T2 kann in einem Koppel-/Entkoppelnetzwerk integriert sein. T2 kann entfallen, wenn die Ausgangsimpedanz des Breitband-Leistungsverstärkers bei allen Belastungen innerhalb der festgelegten Werte bleibt.

Die Eigenschaften des Prüfgenerators ohne Modulation sind in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2 – Eigenschaften des Prüfgenerators

Ausgangsimpedanz	50 Ω , VSWR $\leq 1,2$
Harmonische und Verzerrungen	mehr als 15 dB unter dem Trägerpegel
Amplitudenmodulation	Intern oder extern, 80 % $\pm$ 5 % Tiefe mit einer (1 kHz $\pm$ 10 %) Sinuswelle
Ausgangspegel	ausreichend hoch, um den Prüfpegel abzudecken (siehe auch Anhang E)

6.2 Koppel-/Entkoppeleinrichtungen

Koppel-/Entkoppeleinrichtungen müssen verwendet werden, um eine geeignete Einkopplung der Prüfstörgröße (über den gesamten Frequenzbereich und mit einer definierten asymmetrischen Impedanz am Prüflingsanschluss) auf die verschiedenen Leitungen, die an den Prüfling (en: EUT) angeschlossen sind, zu ermöglichen.

Die Koppel- und Entkoppeleinrichtungen können in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht sein (so genannte Koppel-/Entkoppelnetzwerke (en: CDN)) oder aus mehreren Teilen bestehen. Der Hauptparameter der Koppel- und Entkoppeleinrichtung, die am Prüflingsanschluss gesehene asymmetrische Impedanz, ist in Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3 – Hauptparameter der Koppel- und Entkoppelnetzwerke

Parameter	Frequenzband	
	0,15 MHz bis 26 MHz	26 MHz bis 80 MHz
$ Z_{ce} $	150 $\Omega \pm 20 \Omega$	150 $\Omega \begin{smallmatrix} + 60 \\ - 45 \end{smallmatrix} \Omega$
ANMERKUNG 1 Weder das Argument von Z_{ce} noch der Entkopplungsfaktor zwischen dem Anschluss zum Prüfling (en: EUT) und dem Anschluss zu den Zusatz-/Hilfseinrichtungen sind festgelegt. Diese Faktoren sind bei der Anforderung berücksichtigt, dass die Grenzabweichung von Z_{ce} sowohl bei offenem als auch gegen Masse kurzgeschlossenem Zusatz-/Hilfseinrichtungs-Anschluss eingehalten werden muss. ANMERKUNG 2 Wenn die Verfahren der Einspeisung mit der Koppelzange verwendet werden, ohne dass die Anforderungen zur asymmetrischen Impedanz für die Zusatz-/Hilfseinrichtungen erfüllt werden, können die Anforderungen an Z_{ce} nicht erfüllt werden. Die Verfahren der Einspeisung mit der Koppelzange können jedoch akzeptable Prüfergebnisse liefern, wenn der Anleitung nach 7.3 gefolgt wird.		

6.2.1 Direkte Kopplung

Das vom Prüfgenerator kommende Störsignal wird in geschirmte und koaxiale Leitungen über einen 100- Ω -Widerstand eingespeist. Zwischen den Zusatz-/Hilfseinrichtungen (en: AE) und dem Einspeisungspunkt muss ein Entkoppelnetzwerk (siehe 6.2.4) so nahe wie möglich zum Einspeisungspunkt eingefügt werden (siehe