DEUTSCHE NORM *Entwurf* Juli 2005

# DIN IEC 61000-2-13 (VDE 0839-2-13)

DIN

VDE

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

Einsprüche bis 2005-08-31

***Entwurf***

## Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2-13: Umgebungsbedingungen – Umgebungen mit hoher elektromagnetischer Leistung (HPEM) – Abgestrahlt und leitungsgeführt (IEC 61000-2-13:2005)

Electromagnetic compatibility (EMC) –
Part 2-13: Environment –
High-power electromagnetic (HPEM) environments – Radiated and conducted
(IEC 61000-2-13:2005)

## Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

– vorzugsweise als Datei per E-Mail an **dke@vde.com** in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter **www.dke.de/stellungnahme** abgerufen werden

– oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 44 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 61000-2-13:2005-07

## Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

## Nationales Vorwort

Die Internationale Norm IEC 61000-2-13:2005-03 „Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-13: Environment – High-power electromagnetic (HPEM) environments – Radiated and conducted“ ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Dieser Norm-Entwurf stellt gleichzeitig die Deutsche Fassung Schluss-Entwurfs prEN 61000-2-13:2004-12 „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2-13: Umgebungsbedingungen – Umgebungen mit hoher elektromagnetischer Leistung (HPEM) environments – Abgestrahlt und leitungsgeführt“ dar (CENELEC Projektnummer 15869).

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene entstandener Internationaler Norm-Entwurf (FDIS) zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Abstimmung gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Norm-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Norm-Entwurf bei IEC sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Europäische Norm-Entwürfe, die die erforderliche Zustimmung in CENELEC erhalten haben und als Europäische Norm von CENELEC ratifiziert wurden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Die Internationale Norm wurde vom SC 77C „Immunity to high altitude nuclear electromagnetic pulse (HEMP)“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Für den vorliegenden Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium UK 767.3 „Hochfrequente Störgrößen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

## 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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben.



Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 61000-2-13:2005-07

**Tabelle NA.1**

| Europäische Norm | Internationale Norm | Deutsche Norm | Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk |
|---|---|---|---|
| – | IEC 60050 (161):1990 + A1:1997 + A2:1998 | IEV Teil 161: 2000-08 | – |
| EN 61000-2-9: 1996 | IEC 61000-2-9:1996 | DIN EN 61000-2-9 (VDE 0839-2-9):1996-12 | VDE 0839-2-9 |
| EN 61000-2-10: 1999 | IEC 61000-2-10:1998 | DIN EN 61000-2-10 (VDE 0839-2-10):1999-10 | VDE 0839-2-10 |
| prEN 61000-2-11: 1999 | IEC 61000-2-11:1999 | DIN EN 61000-2-11 (VDE 0839-2-11):1999-12 | VDE 0839-2-11 |
| EN 61000-4-3: 2002 + A1:2000 + A2:2002 | IEC 61000-4-3:2002 + A1:2000 + A2:2002 | DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3):2003-11 | VDE 0847-4-3 |
| EN 61000-4-4: 2004 | IEC 61000-4-4:2004 | DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847 Teil 4-4):2005-06 | VDE 0847-4-4 |
| EN 61000-4-5: 1995 + A1:2001 | IEC 61000-4-5:1995 + A1:2000 | DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847 Teil 4-5):2001-12 | VDE 0847-4-5 |
| EN 61000-4-6: 1996 + A1:2001 | IEC 61000-4-6:2003 + A1:2004 | DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847 Teil 4-6):2001-12 | VDE 0847-4-6 |
| EN 61000-4-12: 1996 + A1:2001 | IEC 61000-4-12:2003 + A1:2004 | DIN EN 61000-4-12 (VDE 0847 Teil 4-12):2001-12 | VDE 0847-4-12 |

## Nationaler Anhang NB
(informativ)

## Literaturhinweise

IEV Teil 161: *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 161: Elektromagnetische Verträglichkeit; Konsolidierte Fassung aus IEC 60050-161:1990-08, Änderung 1:1997-10 und Änderung 2:1998-04*

DIN EN 61000-2-9 (VDE 0839-2-9), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2: Umgebungsbedingungen – Hauptabschnitt 9: Beschreibung der HEMP-Umgebung – Störstrahlung – EMV-Grundnorm (IEC 61000-2-9:1996); Deutsche Fassung EN 61000-2-9:1996*

DIN EN 61000-2-10 (VDE 0839-2-10), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2-10: Umgebungsbedingungen – Beschreibung der HEMP-Umgebung – Leitungsgeführte Störgrößen (IEC 61000-2-10:1998); Deutsche Fassung EN 61000-2-10:1999*

E DIN EN 61000-2-11 (VDE 0839-2-11), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2-11: Umgebungsbedingungen – Klasseneinteilung von HEMP-Umgebungen (IEC 77C/71/FDIS:1999); Deutsche Fassung prEN 61000-2-11:1999*

DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder (IEC 61000-4-3: 2002 + A1:2002); Deutsche Fassung EN 61000-4-3:2002 + A1:2002*

DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847-4-4), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-4: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst (IEC 61000-4-4:2004); Deutsche Fassung EN 61000-4-3:2004*



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 61000-2-13:2005-07

DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen (IEC 61000-4-5:1995 + A1:2000); Deutsche Fassung EN 61000-4-5:1995 + A1:2001*

DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6), *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 + A1:2000*

DIN EN 61000-4-12 (VDE 0847-4-12), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-12: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen gedämpfte Schwingungen (IEC 61000-4-12: 1995 + A1:2000); Deutsche Fassung EN 61000-4-12:1995 + A1:2001*



Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 61000-2-13:2005-07

# Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
# Teil 2-13: Umgebungsbedingungen
# Umgebungen mit hoher elektromagnetischer Leistung (HPEM) – Abgestrahlt und leitungsgeführt

## Inhalt

Seite

Einleitung ... 7
1 Anwendungsbereich ... 8
2 Normative Verweisungen ... 9
3 Begriffe ... 9
4 Allgemeines ... 12
5 Beschreibung der gestrahlten Umgebungen ... 14
5.1 Allgemeine Eigenschaften von HPEM ... 15
5.2 Eigenschaften der HPM-Kurvenform: Phaser (Hypoband oder Schmalband) ... 17
5.3 „Dispatcher“ (Mesoband) ... 18
5.4 „Disrupter“ (Sub-Hyperband und Hyperband) ... 18
5.5 Auswirkung der Technologie auf gestrahlte Umgebungen ... 18
5.6 Durch abgestrahlte Felder erzeugte leitungsgeführte Kurvenformen ... 23
6 Beschreibung der leitungsgeführten Umgebungen ... 25
6.1 Interessierender Frequenzbereich ... 25
6.2 Eigenschaften der CW-Kurvenform ... 25
6.3 Eigenschaften der impulsförmigen Kurvenform ... 27
6.4 Auswirkung der Technologie auf leitungsgeführte Umgebungen ... 28
Anhang A (informativ) Vier Arten von beabsichtigten elektromagnetischen Umgebungen ... 30
A.1 Geräusch ... 30
A.2 Falschinformation ... 30
A.3 Kurzzeitige (transiente) Überhöhung ... 30
A.4 Dauerhafte Schädigung ... 30
Anhang B (informativ) Beispiele für Niedrig-, Mittel- und Hochtechnologie-HPEM-Generatoren ... 32
B.1 Niedrigtechnologische Systeme ... 32
B.2 Mitteltechnologische Systeme ... 32
B.3 Hochtechnologische Systeme ... 33
Anhang C (informativ) Beispiele für typische HPEM-Kurvenformen (leitungsgeführt und abgestrahlt) ... 35
Anhang D (informativ) Bestimmung der Bandbreite von typischen HPEM-Kurvenformen ... 39
D.1 Signale, die in ihrem Spektrum einen signifikanten Gleichanteil besitzen ... 39
D.2 Signale mit einem Spektrum, in dem mehrere Spitzen vorhanden sind ... 40
D.3 Gedämpft sinusförmige Signale mit einem niedrigen $Q$ ... 41
D.4 Gedämpft sinusförmige Signale mit einem hohen $Q$ ... 42
Literaturhinweise ... 44



Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 61000-2-13:2005-07

Seite

**Bilder**

Bild 1 – Verschiedene Arten von HPEM-Umgebungen im Vergleich mit der von der IEC festgelegten HEMP-Kurvenform ... 13
Bild 2 – Eine gedämpfte sinusförmige Kurvenform für Hypo- und Mesoband-HPEM-Umgebungen ... 20
Bild 3 – Der spektrale Verlauf der zeitlichen Kurvenform in Bild 2 ... 20
Bild 4 – Kurvenformen für Hyperband-HPEM-Umgebungen für Variationen des Bereichs in m ... 22
Bild 5 – Spektraler Verlauf der Kurvenformen für die Hyperband-HPEM-Umgebungen in Bild 4 ... 23
Bild 6 – Effektive Kopplungslänge für eine 1 m lange Leitung ... 24
Bild 7 – Bei Versuchen zur Ausbreitung von leitungsgeführter HPEM benutztes Gebäude ... 26
Bild 8 – Beispiele von kleineren, tragbaren Generatoren zur Erzeugung von leitungsgeführten Umgebungen: Dauerstrich-(CW-)Generator und Impuls-Generator [15] ... 28
Bild B.1 – Prinzipschaltbild eines Reflektortyps einer impulsabstrahlenden Antenne (IRA) ... 34
Bild C.1 – Halbsinusförmige Kurve für $f_0$ = 1 GHz ... 35
Bild C.2 – Vollsinusförmige Kurve für $f_0$ = 1 GHz ... 36
Bild C.3 – 20 sinusförmige Schwingungen für $f_0$ = 1 GHz ($N$ = 20) ... 36
Bild C.4 – Unterschiede der exponentiellen Kurvenform ... 37
Bild C.5 – Gauss´sche Kurvenform ... 37
Bild C.6 – Sinusförmige Kurvenform mit Gauss´scher Amplitudenmodulation ... 38
Bild D.1 – Ein spektraler Verlauf mit einem großen Gleichanteil (z. B. der frühe HEMP-Anfangsimpuls nach IEC 61000-2-9) ... 40
Bild D.2 – Eine Kurvenform mit einem spektralen Verlauf, in dem mehrere Spitzen vorhanden sind, ausgedrückt in Einheiten von 1/Hz ... 41
Bild D.3 – Spektraler Verlauf einer gedämpften sinusförmigen Kurvenform mit einem niedrigen $Q$ und einem Bandverhältnis, das unter Verwendung der 3-dB-Frequenzpunkte rechnerisch ermittelt wurde ... 42
Bild D.4 – Spektraler Verlauf einer gedämpften sinusförmigen Kurvenform mit einem hohen $Q$ und einem Bandverhältnis, das unter Verwendung der 3-dB-Frequenzpunkte rechnerisch ermittelt wurde ... 43

**Tabellen**

Tabelle 1 – Definitionen für die Klassifizierung der Bandbreite ... 15
Tabelle 2 – Bereich des elektrischen Feldes für verschiedene Frequenzen und Leistungspegel ... 16
Tabelle 3 – Typische genormte HEMP-Umgebungen in Hypoband (oder schmalbandigen) und Mesoband-Regimen ... 21



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 61000-2-13:2005-07

## Einleitung

IEC 61000 wird in mehreren Teilen veröffentlicht 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 6: Fachgrundnormen

Teil 9: Verschiedenes

Jeder Teil ist darüber hinaus in mehrere Teile unterteilt, die entweder als Internationale Normen oder als Technische Spezifikationen oder als Technische Berichte veröffentlicht werden; einige von ihnen wurden bereits als Hauptabschnitte veröffentlicht. Andere werden veröffentlicht, wobei der Teilnummer ein Bindestrich folgt und eine zweite Nummer die Unterteilung kennzeichnet (z. B. IEC 61000-6-1).



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 61000-2-13:2005-07

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 61000 legt einen Satz von typischen Wellenformen für gestrahlte und leitungsgeführte Umgebungen mit hoher elektromagnetischer Leistung (en: High-power electromagnetic, HPEM) fest, die in zivilen Einrichtungen angetroffen werden können. Solche Bedrohungsumgebungen können schädigende Wirkungen gegenüber elektrischen und elektronischen Einrichtungen (Geräten) im zivilen Bereich ausüben, wie sie in IEC 61000-1-5 beschrieben sind. Für die Entwicklung von Schutzmaßnahmen ist es erforderlich, die (entsprechenden) gestrahlten und leitungsgeführten Umgebungen zu definieren.

Für die Anwendung dieser Norm werden Hochleistungsbedingungen erreicht, wenn der Spitzenwert des elektrischen Feldes 100 V/m überschreitet, was einer Leistungsdichte einer ebenen Welle im freien Raum von 26,5 W/m$^2$ entspricht. Dieses Kriterium ist dafür vorgesehen, die Anwendung dieser Norm auf gestrahlte und leitungsgeführte elektromagnetische Umgebungen zu definieren, die wesentlich höhere Bedingungen aufweisen als diejenigen Umgebungen, die für „normale“ EMV-Anwendungen betrachtet und von den Normen erfasst werden, die vom IEC/SC 77B erarbeitet werden.

Eine Umgebung mit hoher elektromagnetischer Leistung (HPEM-Umgebung) kann sein:

- gestrahlt oder leitungsgeführt;
- eine Einzelimpuls-Einhüllende mit vielen Zyklen einer einzelnen Frequenz (ein scharfes schmalbandiges Signal, das eine gewisse Frequenzbeweglichkeit besitzt, und die Einhüllende des Impulses kann moduliert sein);
- ein aus vielen Impulsen bestehendes Impulspaket (Burst), wobei jede Einhüllende eines einzelnen Impulses viele Zyklen einer einzelnen Frequenz enthält;
- ein extrem breitbandiger transienter (kurzzeitiger) Impuls (transienter Ultrabreitband-Impuls) (der Spektralinhalt reicht von einigen Zehn MHz bis zu mehreren GHz);
- ein Impulspaket (Burst) mit vielen extrem breitbandigen transienten Impulsen (transienten Ultrabreitband-Impulsen).

Das HPEM-Signal kann aus Quellen wie Radar oder anderen Sendern, die in der Nachbarschaft einer Anlage vorhanden sind, stammen oder es kann von einem Generatorsystem kommen, das absichtlich geschaffen wurde, um mit ihm auf eine zivile Einrichtung zu zielen. Gestrahlte Signale können durch Einkopplung (auf Leitungen) auch leitungsgeführte Spannungen und Ströme induzieren. Zusätzlich können leitungsgeführte HPEM-Umgebungen direkt im Leitungssystem einer Anlage erzeugt werden.

Es gibt eine kritische Unterscheidung zwischen der HEMP-Umgebung (HEMP: in großer Höhe erzeugter nuklear-elektromagnetischer Impuls) und der HPEM-Umgebung und zwar im Hinblick auf den (beeinflussten) Bereich oder den Abstand der von der Quelle beeinflussten elektrischen und elektronischen Komponenten. Vor dem Hintergrund des in großer Höhe erzeugten nuklear-elektromagnetischen Impulses (HEMP) ist der (beeinflusste) Bereich als immateriell anzusehen, da sich die HEMP-Umgebung aus großer Höhe zur Erdoberfläche hin ausbreitet, und daher ist der Bereich über Entfernungen von 1 000 km vergleichsweise homogen. Dagegen nehmen die elektromagnetischen Größen und ihre Wirkungen in der HPEM-Umgebung stark mit dem Bereich ab. Zusätzlich besteht der HEMP-Umgebung die Kurvenform (des gesamten Impulses) aus einer Reihe von Zeitbereichs-Impulsen, während in der HPEM-Umgebung eine große Vielfalt von Kurvenformen auftritt.

Folglich ist die Normung von HPEM-Umgebungen schwieriger. Der empfohlene Ansatz besteht darin, die verschiedenen Arten von der HPEM-Umgebungen, die bislang erzeugt worden sind und die in naher Zukunft wahrscheinlich möglich sind, zu untersuchen, und aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen geeignete genormte HPEM-Kurvenformen zu entwickeln. Diese HPEM-Kurvenformen können in Abhängigkeit von den sich weiterentwickelnden Technologien, die die Erzeugung von Kurvenformen möglich machen, geändert werden.



Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 61000-2-13:2005-07

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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).

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

IEC 61000-1-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 1-5: General – High power electromagnetic effects on civil systems*

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

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

IEC 61000-2-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-11: Environment– Classification of HEMP environments*

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

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

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 5: Surge immunity test*

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

IEC 61000-4-8, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-12, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 12: Oscillatory waves immunity test*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in IEC 60050(161) sowie die nachstehenden Begriffe.

**3.1**
**Dämpfung**
Abschwächung der Amplitude (als Ergebnis von Absorption und Streuung) eines elektrischen oder magnetischen Feldes, eines Stroms oder einer Spannung, üblicherweise in Dezibel (dB) ausgedrückt

**3.2**
**Bandverhältnis**
$br$
Verhältnis der hohen und niedrigen Frequenzen, zwischen denen 90 % der Energie vorhanden ist; wenn das Spektrum einen großen Gleichanteil besitzt, wird die untere Grenze nominell als 1 Hz festgelegt.

**3.3**
**in Dekaden ausgedrücktes Bandverhältnis**
$brd$
Bandverhältnis, das wie folgt in Dekaden ausgedrückt wird: $brd\ \log_{10}(br)$



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 61000-2-13:2005-07

**3.4**
**Impulspaket**
**Impulsbündel**
typischerweise ein Zeitrahmen, in dem eine Reihe von Impulsen mit einer gegebenen Wiederholrate auftritt. Wenn mehrere Impulspakete (Burst) auftreten, ist die Zeit zwischen den Impulspaketen (Bursts) üblicherweise festgelegt.

**3.5**
**leitungsgeführte Umgebung mit hoher elektromagnetischer Leistung (HPEM)**
Ströme und Spannungen mit hoher elektromagnetischer Leistung werden in Kabel und Leiter entweder durch Induktion eingekoppelt oder direkt eingespeist, wobei die Spannungen typischerweise 1 kV überschreiten.

**3.6**
**Dauerwelle (CW)**
zeitliche Kurvenform, die eine konstante Folgefrequenz besitzt und kontinuierlich ist

**3.7**
**elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)**
Fähigkeit einer Einrichtung oder eines Systems, in ihrer/seiner elektromagnetischen Umgebung zufrieden stellend zu funktionieren, ohne in diese Umgebung, zu der auch andere Einrichtungen gehören, unzulässige elektromagnetische Störgrößen einzubringen

**3.8**
**elektromagnetische Störgröße**
elektromagnetische Erscheinung, die die Funktion eines Gerätes, einer Ausrüstung oder eines Systems beeinträchtigen kann

**3.9**
**elektromagnetische Störung**
**elektromagnetische Funktionsstörung**
**(en: electromagnetic interference, EMI)**
Beeinträchtigung der Funktion eines Gerätes, eines Übertragungskanals oder Systems, die durch elektromagnetische Störgrößen verursacht wird

ANMERKUNG Elektromagnetische Störgröße und elektromagnetische Störung bezeichnen Ursache bzw. Wirkung:

**3.10**
**(elektromagnetische) Abschirmung**
elektrisch ununterbrochenes Gehäuse für eine Einrichtung, ein Gebiet oder eine Komponente, das zur Dämpfung von einfallenden elektrischen und magnetischen Feldern sowohl durch Absorption als auch durch Reflexion verwendet wird

**3.11**
**(elektromagnetische) Störempfindlichkeit**
Unfähigkeit eines Geräts, einer Ausrüstung oder eines Systems, in Gegenwart einer elektromagnetischen Störgröße ohne Beeinträchtigung der Funktion zu funktionieren

ANMERKUNG Störempfindlichkeit ist ein Mangel an Störfestigkeit:

**3.12**
**in großer Höhe erzeugter nuklear-elektromagnetischer Impuls (HEMP)**
elektromagnetischer Impuls, der durch eine Nuklearexplosion außerhalb der Erdatmosphäre erzeugt wurde

ANMERKUNG Typischerweise oberhalb einer Höhe von 30 km:



Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 61000-2-13:2005-07

**3.13**
**Mikrowelle mit hoher Leistung (HPM)**
schmalbandige Signale, nominell mit einer Spitzenleistung in einem Impuls, die 100 MW bei der Quelle überschreitet

ANMERKUNG Dies stellt eine historische Definition dar, die von der Stärke der Quelle abhängig ist. Das Interesse in diesem Dokument richtet sich hauptsächlich auf das in ein elektronisches System einfallende elektromagnetische Feld.

**3.14**
**Hyperband-Signal**
Signal oder Kurvenform mit einer prozentualen Bandbreite (*pbw*) zwischen 163,64 % und 200 % oder einem Bandverhältnis > 10

**3.15**
**Hypoband-Signal**
**schmalbandiges Signal**
Signal oder Kurvenform mit einer prozentualen Bandbreite (*pbw*) < 1 % oder einem Bandverhältnis > 1,01

**3.16**
**beabsichtigte elektromagnetische Störung**
**beabsichtigte elektromagnetische Funktionsstörung**
**(en: intentional electromagnetic interference, IEMI)**
absichtlich erzeugte schädliche elektromagnetische Energie, die Rauschen oder Signale in elektrische oder elektronische Systeme einbringen und somit diese Systeme für terroristische oder kriminelle Zwecke zu unterbrechen, zu verwirren oder zu schädigen.

**3.17**
**L-Band**
Radar-Frequenzband zwischen 1 GHz und 2 GHz

**3.18**
**Mesoband-Signal**
Signal oder Kurvenform mit einer prozentualen Bandbreite (*pbw*) zwischen 1 % und 100 % oder einem Bandverhältnis zwischen 1,01 und 3

**3.19**
**prozentuale Bandbreite**
*pbw*
Bandbreite einer Kurvenform, die in Prozent der Mittenfrequenz dieser Kurvenform ausgedrückt wird

ANMERKUNG Die prozentuale Bandbreite (*pbw*) besitzt einen Höchstwert von 200 %, wenn die Mittenfrequenz in der Mitte zwischen den hohen und niedrigen Frequenzen liegt. Sie gilt nicht für Signale mit einem hohen Gleichanteil (z. B. HEMP), bei denen das in Dekaden ausgedrückte Bandverhältnis verwendet wird:

**3.20**
**Durchdringungspunkt**
**Eintrittspunkt (en: „point-of-entry“; „port-of-entry“ (PoE))**
physikalischer Ort (Punkt) auf einer elektromagnetischen Sperre (Begrenzungsfläche), wo elektromagnetische Energie in einen topologischen Raum eindringen oder aus ihm austreten kann, sofern kein geeignetes Schutzgerät vorhanden ist.

ANMERKUNG 1 Ein PoE ist nicht auf einen geometrischen Punkt beschränkt:

ANMERKUNG 2 Durchdringungspunkte werden entsprechend der Art des Durchtritts als Apertur-Durchdringungspunkte oder leitende Durchdringungspunkte klassifiziert. Sie werden auch entsprechend ihrer Funktion als architektonische, mechanische, strukturelle oder elektrische Durchdringungspunkte klassifiziert:



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 61000-2-13:2005-07

**3.21**
**Impuls**
transiente Kurvenform, die üblicherweise auf einen Spitzenwert ansteigt und dann abfällt oder eine ähnliche Kurvenform, die die Einhüllende einer schwingenden Kurvenform bildet.

**3.22**
**gestrahlte Umgebung mit hoher elektromagnetischer Leistung (HPEM)**
Felder mit hoher elektromagnetischer Leistung, wobei die Spitzenwerte des elektrischen Feldes typischerweise 100 V/m überschreiten.

**3.23**
**Sub-Hyperband-Signal**
Signal oder Kurvenform mit einer prozentualen Bandbreite ($pbw$) zwischen 100 % und 163,64 % oder einem Bandverhältnis zwischen 3 und 10

**3.24**
**transient**
bezeichnet eine Erscheinung oder Größe, die sich während eines auf der betrachteten Zeitskala kleinen Zeitintervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden stationären Zuständen ändert

ANMERKUNG Eine Transiente kann ein Impuls mit entweder der einen oder der anderen Polarität sein oder eine gedämpft schwingende Welle, bei der die erste Spitze in entweder der einen oder der anderen Polarität auftritt:

**3.25**
**Ultrabreitband (en: ultrawideband, UWB)**
Signal, dessen prozentuale Bandbreite ($pbw$) größer als 25 % ist

## 4 Allgemeines

Das Bild 1 wird zur Verfügung gestellt, um beim Verständnis der Beziehung von HPEM-Umgebungen zu anderen elektromagnetischen Umgebungen zu helfen. Beachte, dass der schnelle Anteil des HEMP-Feldes (Fourier-Transformation nach IEC 61000-2-9) im Allgemeinen bei Frequenzen unterhalb 300 MHz am bedeutsamsten ist. Die beiden hauptsächlichen Arten von gestrahlten HPEM-Umgebungen (Schmalband und Breitband) werden, wie gezeigt, typischerweise bei höheren Frequenzen gefunden.

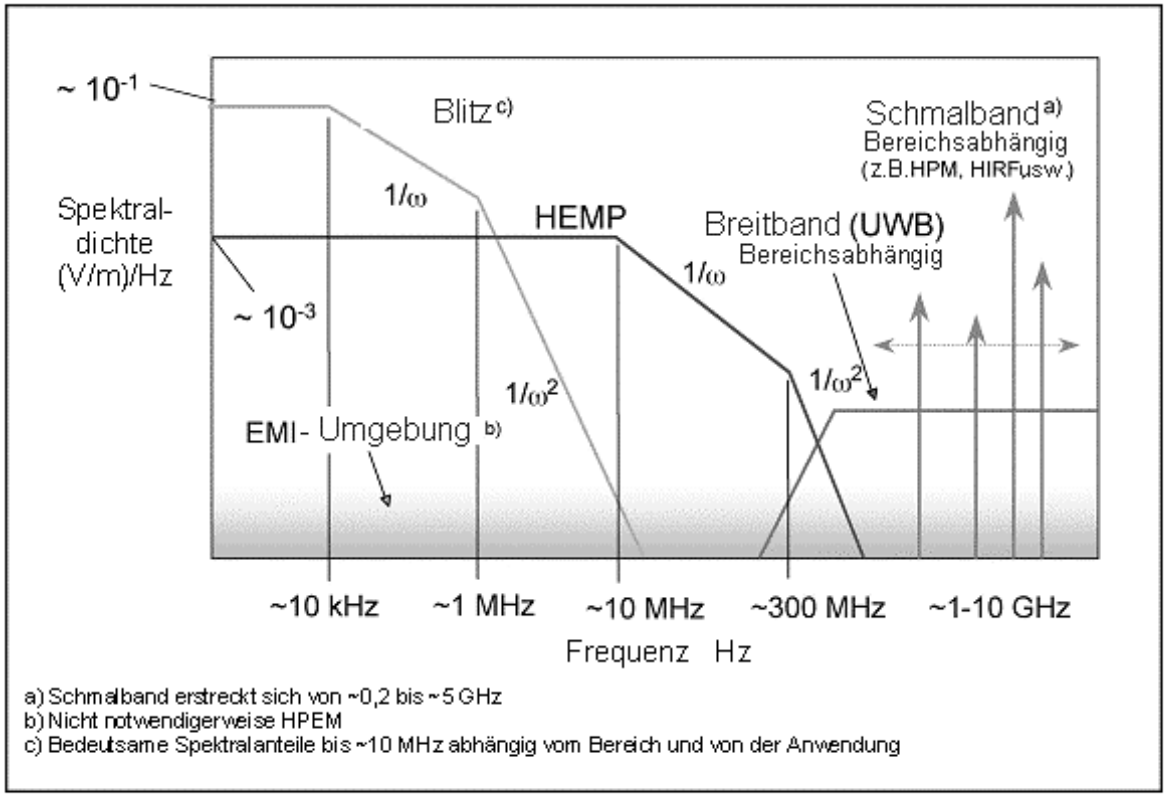
In Bild 1 wird angemerkt, dass die Breitband-Spektraldichte bei sehr hohen Frequenzen (typischerweise oberhalb 3 GHz bis 5 GHz) abnimmt, jedoch ist das Bild nicht dafür vorgesehen, einen spezifischen Ultrabreitband-Impuls zu porträtieren. Blitzumgebungen schwanken ebenfalls, enthalten aber oft gewisse Anteile bis zu 10 MHz [19] [1)]. Es ist bedeutsam zu verstehen, dass die in den Umgebungen gezeigten Unterschiede verschiedene Arten von Wirkungen in elektronischen Systemen erzeugen können.

---

[1)] Angaben in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.



AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 61000-2-13:2005-07




ANMERKUNG Die Höhe des elektrischen Feldspektrums wird auf der $y$-Achse geplottet.

**Bild 1 – Verschiedene Arten von HPEM-Umgebungen im Vergleich mit der von der IEC festgelegten HEMP-Kurvenform**

Die IEC hat bestimmte Hauptentwicklungsrichtungen bei zivilen elektronischen Systemen erkannt, wie sie nachfolgend dargestellt werden:

a) zunehmender Einsatz von automatischen elektronischen Systemen bei allen Belangen von zivilen Gesellschaften – Kommunikation, Navigation, medizinische Einrichtungen usw.

b) zunehmende Empfindlichkeit von elektronischen Systemen auf Grund von höheren Packungsdichten, der Verwendung von monolithischen integrierten Schaltkreisen (MIC) (System auf einem Chip), Mehrchip-Modulen (MOM) (Mixen von analog, digital, Mikrowellen usw.), und

c) zunehmender Benutzung des elektromagnetischen Spektrums, welches Ton-Rundfunk, Fernseh-Rundfunk, Mikrowellenöfen, Flugzeugelektroniken, Fahrzeugelektroniken, zellulare Mobiltelefone, direkter Rundfunksatellitenempfang usw. einschließt. Es ist leicht vorherzusehen, dass ein Komponentenfehler, der durch ein starkes HPEM-Signal verursacht wurde, zu einem Subsystemfehler und als Folge zu einem Fehler auf der Systemebene führen kann. Mehrere solcher Auswirkungen sind in der IEC 61000-1-5 dokumentiert.

Zwei Beispiele von zufälligen Fehlern bei elektrischen Systemen auf Grund von HF-Feldern schließen ein:

a) Abschuss einer Flugzeugrakete auf Grund der Exposition eines ungenügend montierten geschirmten Verbinders auf einem Raketenkabel durch Radar auf dem US-Flugzeugträger *Forrestal* im Jahr 1967;

b) die US-amerikanische FDA-Behörde dokumentierte Probleme bei medizinischen Geräten (1979 bis 1993) wie z. B. Blutzellenzählern, Herzmonitoren, Neugeborenenmonitoren usw. auf Grund der Exposition durch elektromagnetische Felder. Diese und viele andere dokumentierte Beispiele von zufälligen Fehlern bei elektronischen Systemen sprachen für die Schaffung einer HPEM-Norm, die für Hersteller von elektronischen Bauteilen (Komponenten), Subsystemen und Systemen in vielen Industrien nützlich sein kann.



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 61000-2-13:2005-07

Der Anhang A präsentiert vier Arten von absichtlich erzeugten elektromagnetischen Umgebungen, eingekoppelte und störende Kombinationen, die Fehlfunktionen von Systemen verursachen können. Im Anhang B werden einige Beispiele von HPEM-Generatoren dargestellt und auf der Grundlage des Grades der technischen Ausgeklügeltheit ihres Zusammenbaus und ihrer Betriebsreife klassifiziert. Der Anhang C dokumentiert typische HPEM-Kurvenformen (gestrahlt und leitungsgeführt) im Zeit- und Frequenzbereich. Anhang D legt einen Weg zur Bestimmung der Bandverhältnisse von Kurvenformen, die HPEM-Umgebungen repräsentieren, fest.

Eine logische Erweiterung der kürzlich entwickelten HEMP-Normen (IEC 61000-2-9, IEC 61000-2-10 und IEC 61000-2-11) ist, die von Menschen gemachten HPEM-Bedrohungsumgebungen vor dem Hintergrund von zivilen elektrische und elektronische Einrichtungen (Geräten) zu definieren und zu klassifizieren. In ähnlicher Weise wie bei den HEMP-Normen bestehen die HPEM-Umgebungen aus zwei hauptsächlichen Teilen: einer gestrahlten und einer leitungsgeführten Umgebung. Im Interesse der Straffung des Normung werden beide Gesichtspunkte in dieser Norm betrachtet.

## 5 Beschreibung der gestrahlten Umgebungen

Das gegenwärtige Interesse richtet sich auf die mögliche Bedrohung von zivilen Systemen und Einrichtungen durch hohe elektromagnetische Leistungen. Es ist inzwischen in weiten Kreisen anerkannt, dass ausreichend starke elektromagnetische Signale im Frequenzbereich von 200 MHz bis 5 GHz die Elektronik in vielen Systemen beschädigen können. Die betrieblichen Wellenlängen reichen von 1,5 m bis 6 cm. HPEM-Generatoren sind in diesem Frequenzbereich aus nachfolgenden Gründen wirksam:

– In diesem Frequenzbereich betriebene Antennen sind vorhanden, die einen Pfad in das System zur Verfügung stellen (beabsichtigte Kopplungspfade).
– Typische Aperturen (Öffnungen), Schlitze, Löcher und Luken besitzen in diesem Frequenzbereich ihre Resonanzen (unbeabsichtigte Kopplungspfade);
– Typische Abstände von Nieten im Überlappungsbereich zweier metallischer Oberflächen sind größer als ein Vierteil einer vollen Wellenlänge in diesem Frequenzbereich (1 GHz bis 2 GHz).
– Physikalische Abmessungen von Schaltungsgehäusen besitzen selber Resonanzen in diesem Frequenzbereich (1 GHz bis 2 GHz).
– Die inneren Kopplungspfade (z. B. Übertragungsleitungen, Leitungen über der Bodenfläche) sind roh ein Vierteil einer vollen Wellenlänge in diesem Frequenzbereich (1 GHz bis 2 GHz).

Auf der Grundlage der Frequenzabdeckung, wie z. B. Schmalband, mittlere Bandbreite und Ultrabreitband, kann die mögliche Bedrohung durch HPEM kann in drei Kategorien klassifiziert werden. In der Literatur werden verschiedene Definitionen für die Bandbreite vorgeschlagen. Eine anerkannte Definition ist:

$$\text{Bruchteil der Bandbreite} = \frac{2\,(f_h - f_\ell)}{(f_h + f_\ell)} \tag{1}$$

$$\text{prozentuale Bandbreite} = \frac{2\,(f_h - f_\ell)}{(f_h + f_\ell)} \times 100 \tag{2}$$

Grundsätzlich ist diese Definition das Verhältnis der Bandbreite (Differenz zwischen der hohen und niedrigen Frequenz eines Signals, traditionell die 3-dB-Punkte) zur Mittenfrequenz $f_c$, die den Mittelwert aus den hohen und niedrigen Frequenzen $f_h$ und $f_l$ darstellt. Es ist leicht zu erkennen, dass der höchste mögliche Wert für die prozentuale Bandbreite 200 beträgt. Das sog. DARPA-Panel [1] hat eine Definition von Ultrabreitband erarbeitet, wonach ein Ultrabreitband-Signal ein Signal ist, das eine $pbw$ (prozentuale Bandbreite) hat, die größer als 25 % ist, wobei die folgende Klassifizierung benutzt wurde:

| | | | |
|---|---|---|---|
| – | Schmalbandiges Signal | prozentuale Bandbreite < 1 % | (z. B. AM-Funksignal) |
| – | Signal mit mittlerer Bandbreite | prozentuale Bandbreite – 1 % bis 25 % | (z. B. TV-Signal) |
| – | Ultrabreitband-Signal | prozentuale Bandbreite > 25 % | (z. B. siehe Anhang D)) |

Es ist jedoch zu beachten, dass die vorstehende $pbw$-(prozentuale Bandbreite-)Definition einer „Kommunikationssignal“-Sichtweise entstammt und für den Zusammenhang mit Ultrabreitband-Signalen unan-



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 61000-2-13:2005-07