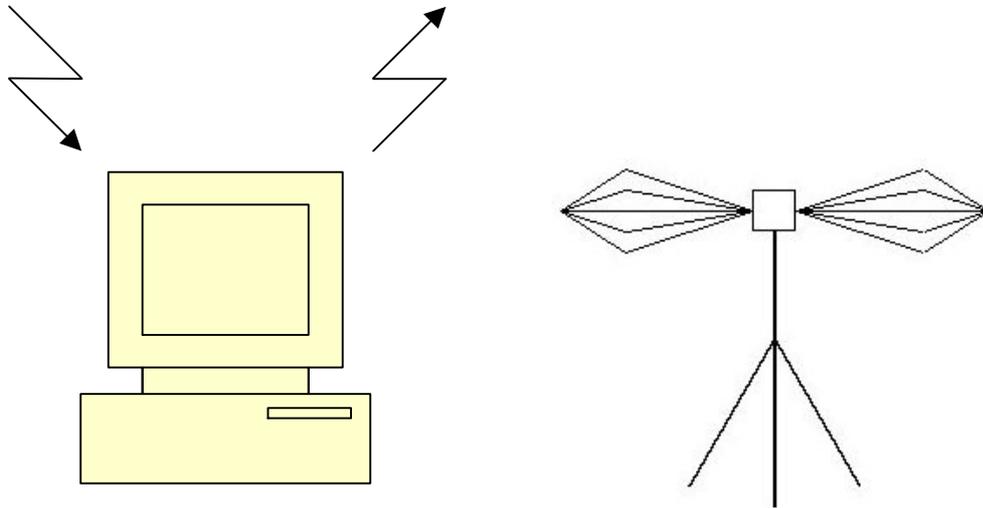




EMV-Praktikum



Leitungsgebundene Störungen

Gruppe: _____ Versuchstag: _____

Teilnehmer: _____

Vortestat: _____

Testat: _____

1 Einführung

Störspannungen und –ströme auf Netzleitungen können durch Schaltvorgänge in einem elektrischen Gerät, durch Rückwirkungen des Netzteils zur Spannungsversorgung oder auch durch Einkopplung hoher Frequenzen, die in dem betreffenden Gerät erzeugt und verarbeitet werden, auf die Versorgungselemente entstehen. Die Einhaltung vorgeschriebener Grenzwerte für die Störspannungen ist daher ein Teilgebiet der EMV-Untersuchungen. Ein typisches Beispiel für ein solches zu prüfendes Gerät ist ein Computer, so dass es nahe liegt, einen PC als Messobjekt zu verwenden. In diesem Laborversuch wird ein Messverfahren behandelt, das zur Ermittlung und Bewertung leitungsgebundener Störemission anhand der Messung von Störspannungen im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz dient. Eine Auswertung der gewonnenen Messergebnisse unter Einbeziehung normativer Grenzwerte schließt sich an.

Ein weiteres Thema ist die Qualität der Netzversorgungsspannung, Sie wird durch Messung und Klassifizierung von Oberschwingungsströmen (Harmonische) beurteilt, die durch den Prüfling hervorgerufen werden. Die ermittelten Werte sollen ebenfalls mit normativ zulässigen Grenzwerten verglichen werden.

Die hier relevanten EMV-Normen sind in Tab. 1 aufgeführt, Auszüge sind in der Anlage nachzulesen.

EN 50081-1: 1993	VDE 0839 Teil 81-1	Fachgrundnorm Störaussendung Teil 1: Wohnbereich, Geschäftsbereich
EN 55022: 1999	VDE 0878 Teil 22	Grenzwerte und Messverfahren für Funkstörungen von Einrichtungen der Informationstechnik
EN 61000-3-2 1995	VDE 0838 Teil 2	Grenzwerte für Oberschwingungsströme für Geräte mit einem Eingangsstrom < 16 A je Leiter

Tab. 1: Geltende EMV-Normen.

2 Messung leitungsgebundener Störspannungen

2.1 Messaufbau

Anhand eines vorgegebenen Prüfobjektes (Personalcomputer mit Peripherie) sollen nach den einschlägig geltenden EMV-Normen die leitungsgebundenen Störemissionen auf der Netzzuleitung des Prüflings messtechnisch ermittelt werden. Der dazu erforderliche Messaufbau geht aus Bild 1 hervor und enthält eine Netznachbildung,

die dazu dient, eine objektive, von den Eigenschaften des jeweiligen Netzes unabhängige Spannungsmessung zu ermöglichen. Der Prüfling erhält seine Versorgungsspannung über die Netznachbildung, deren Messausgang mit dem Messempfänger verbunden ist. Der Messablauf erfolgt programmgesteuert.

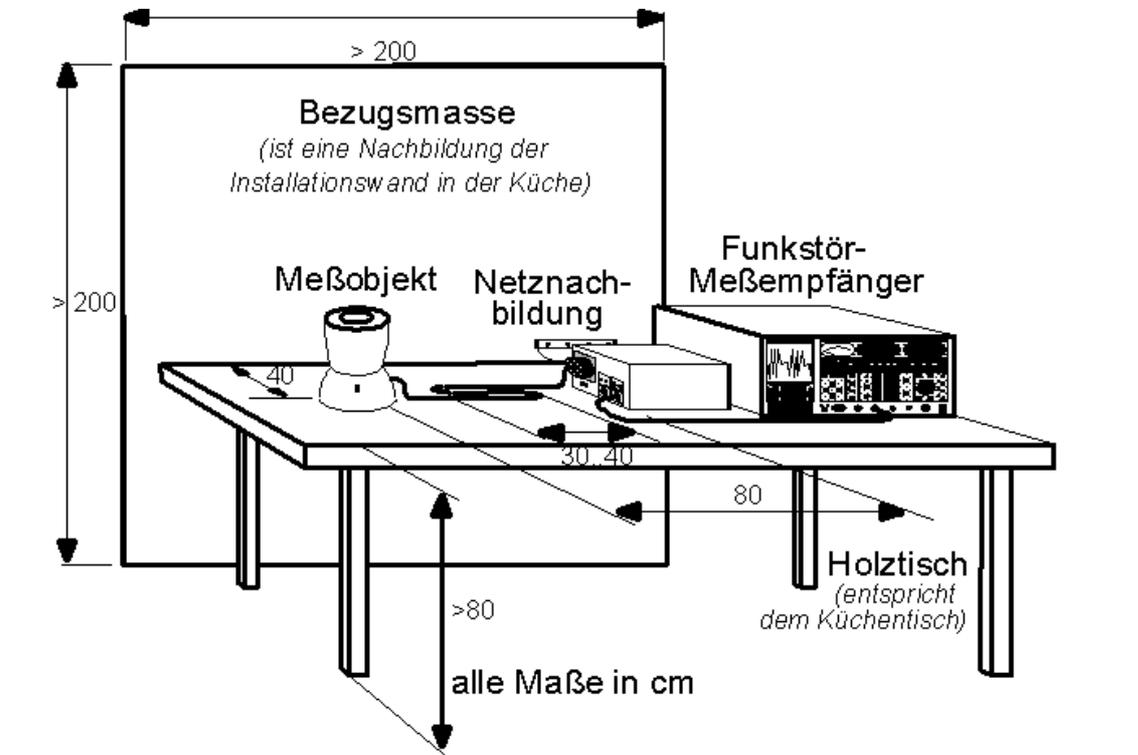


Bild1: Normgerechter Messaufbau.

2.2 Netznachbildung

Die eingesetzte Netznachbildung ist vom Typ „50 Ω /50 μ H“ und besitzt am Messpunkt für die Störspannung eine definierte Impedanz bei hohen Frequenzen und sorgt ferner für die Entkopplung der zu prüfenden Schaltung gegenüber Fremdstörungen auf der Netzleitung. Bild 2 zeigt die (auf eine Phase) bezogene Prinzipschaltung und das umgezeichnete vereinfachte Schaltbild, das für eine Impedanzbestimmung besonders geeignet ist. Der zum Schutz des Messgerätes eingesetzte Hochpass wurde dabei nicht berücksichtigt, da er bei den betrachteten Frequenzen keinen Einfluss besitzt. Die oben genannte R-L-Kombination soll im übrigen das durchschnittliche Verhalten eines Versorgungsnetzes simulieren, das natürlich im Einzelfall von den Leitungslängen, von den angeschlossenen Verbrauchern und von der Frequenz abhängt.

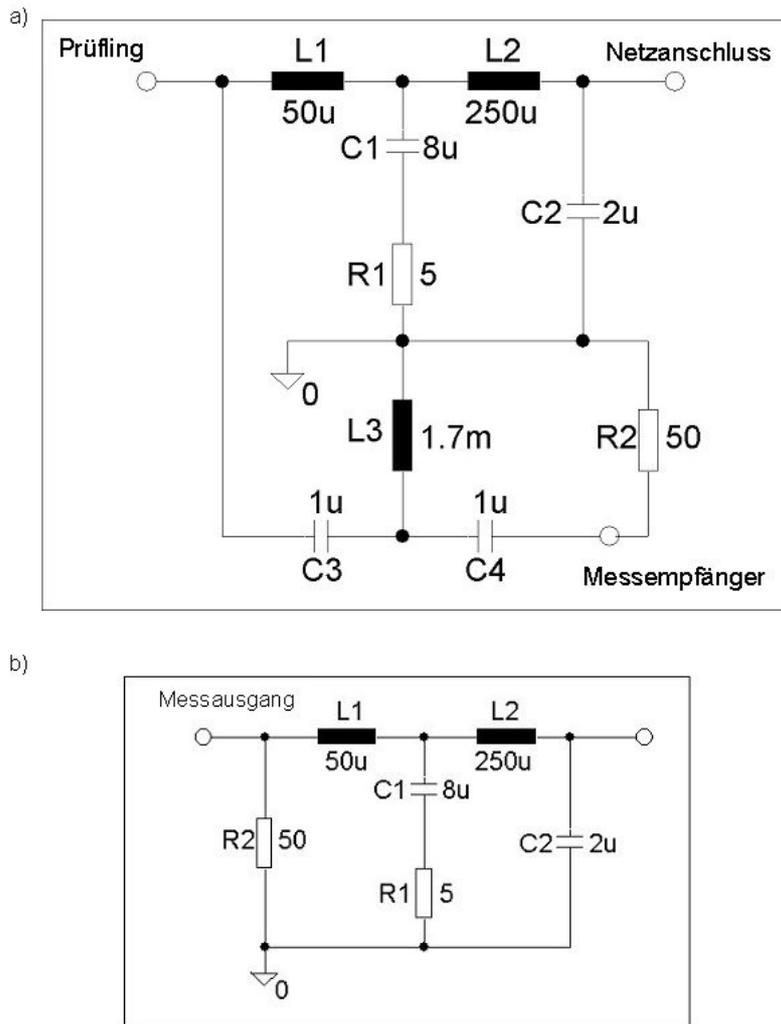


Bild 2: Netznachbildung; a) auf eine Phase bezogene Prinzipschaltung, b) vereinfachtes Schaltbild zur Impedanzbestimmung.

2.3 Netzfilter

Durch ein Netzfilter können leitungsgebundene Störungen reduziert werden, wobei das Ergebnis stark von den Einsatzbedingungen abhängt, insbesondere spielen die Eigenschaften der Last eine wichtige Rolle. Zu unterscheiden sind die Eigenschaften im Gegentaktbetrieb (differential mode) und im Gleichtaktbetrieb (common mode). Im realen Einsatz kommt im allgemeinen bei einer eingekoppelten Störung eine Überlagerung beider Betriebsfälle vor, wie auch Bild 3 (mit parasitären Kapazitäten) symbolisch zeigt.

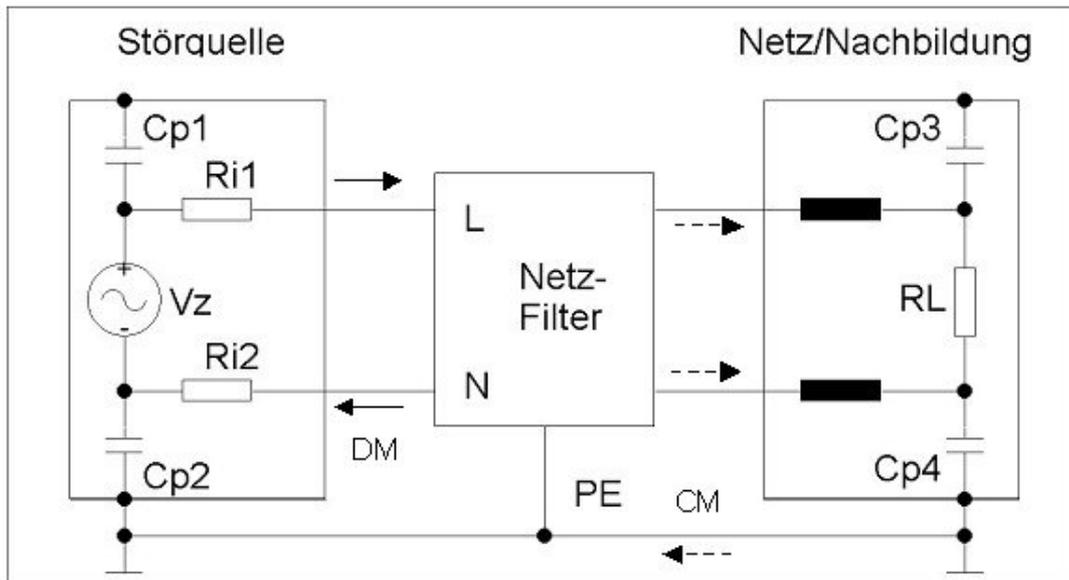


Bild 3: Gleich- und Gegentaktstörungen (common mode, differential mode).

Bild 4 zeigt das in diesem Versuch eingesetzte Filter, bei dem der Kopplungsfaktor der gekoppelten Induktivitäten mit $k=0.95$ abgeschätzt wird. Gemessen wird die Einfügung bzw. Betriebsdämpfung üblicherweise mit den Abschlüssen $R_1=R_2=50 \Omega$.

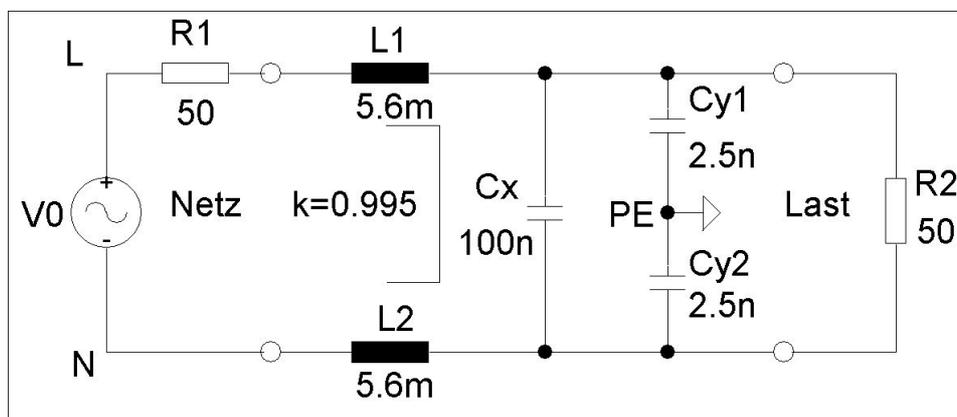


Bild 4: Eingesetztes Netzfilter (im Gegentaktbetrieb, Referenz hier $R_1=R_2=50 \Omega$).

Die Schaltungen zur Dämpfungsmessung sind in den Bildern 5 und 6 dargestellt. Die praktische Durchführung ist im Gegentaktfall wegen der Bezugsmasse (PE, nicht N !) und der an den Geräten vorhandenen coaxialen Ein- und -ausgänge problematisch, die erforderlichen Übertrager dürfen das Ergebnis bis zu einer Frequenz von 30 MHz

nicht verfälschen. Dagegen ist die Messung der Filterwirkung im Gleichtaktfall unkritischer.

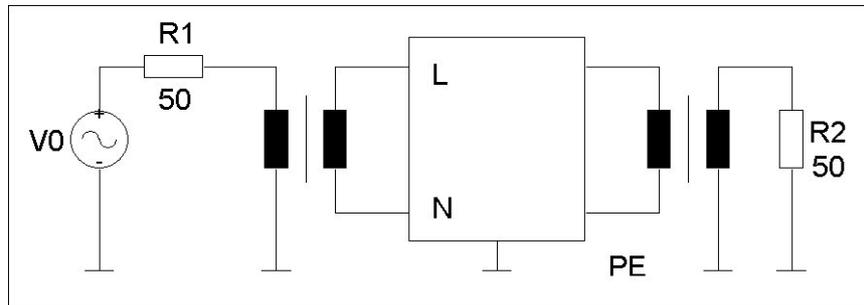


Bild 5: Schaltung zur Dämpfungsmessung im Gegentaktfall.

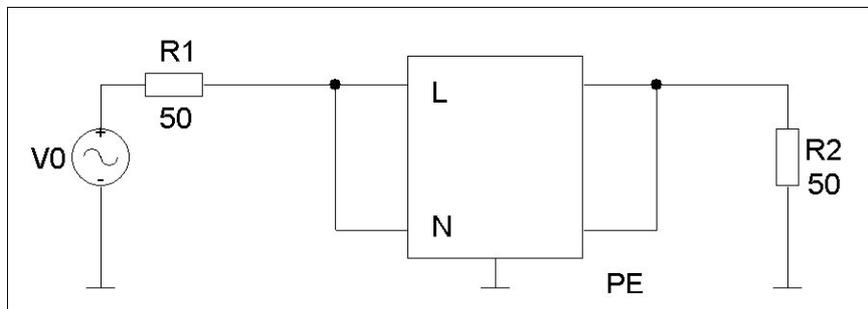


Bild 6: Schaltung zur Dämpfungsmessung im Gleichtaktfall.

3 Versuchsdurchführung

3.1 Eingangswiderstand der Netznachbildung

Der komplexe Eingangswiderstand der Netznachbildung soll nach Betrag und Phase gemessen werden. Dazu wird ein Vektoranalysator ZPV verwendet, mit dem über die Messung zweier Spannungen \underline{U}_A und \underline{U}_B in dem in Bild 7 gezeigten Messaufbau die gesuchte komplexe Größe \underline{Z}_x bestimmt werden kann (Spannungsteiler). Die Formel

$$\underline{Z}_x = \frac{1}{2} R_0 \frac{\frac{\underline{U}_B}{\underline{U}_A}}{1 - \frac{\underline{U}_B}{\underline{U}_A}} \quad (1)$$

mit $R_0=50 \Omega$ wird im ZPV durch den internen Mikrorechner ausgewertet. Der interessierende Frequenzbereich liegt etwa zwischen 10 kHz und 2 MHz. Der Messablauf kann über ein Messprogramm computergesteuert durchgeführt werden, die Ergeb-

nisse werden auf einer mitzubringenden Diskette gespeichert und später in graphischer Form ausgedruckt. Die in Bild 7 mit R_0 bezeichneten Widerstände sind in Koaxialtechnik ausgeführt, alle Verbindungen werden über Koaxialkabel (Wellenwiderstand 50Ω) mit BNC-Anschlüssen aufgebaut. Als Spannungsquelle wird ein Sinusgenerator eingesetzt, dessen Ausgangsspannung nicht über $U_0=500 \text{ mV}$ liegen soll, um den Vektoranalysator nicht zu gefährden.

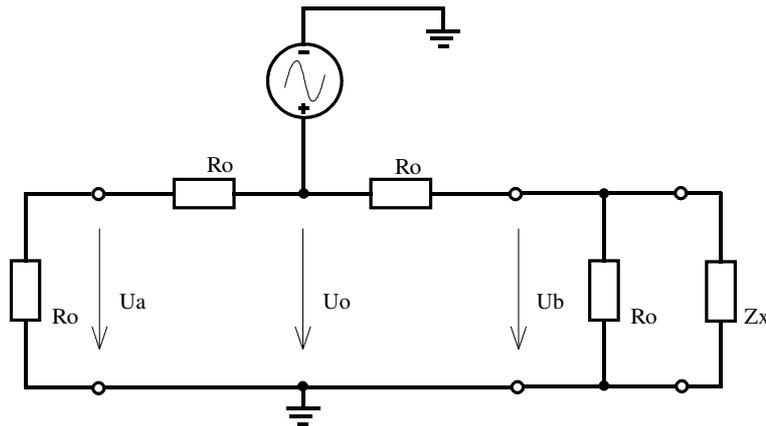


Bild 7: Messaufbau zur Bestimmung komplexer Widerstände.

3.2 Betriebsdämpfung des eingesetzten Netzfilters

Die Betriebsdämpfung von Filtern mit $50\text{-}\Omega$ -Abschlüssen kann mit dem Vektoranalysator direkt bestimmt werden, der Messaufbau geht aus Bild 8 hervor. Sie entspricht hier der Einfügungsdämpfung mit Bezug auf das $50\text{-}\Omega$ -System, die aus messtechnischen Gründen zum Vergleich herangezogen wird, auch wenn im realen Einsatz vermutlich andere Innenwiderstände der Störquellen und andere Lasten vorkommen.

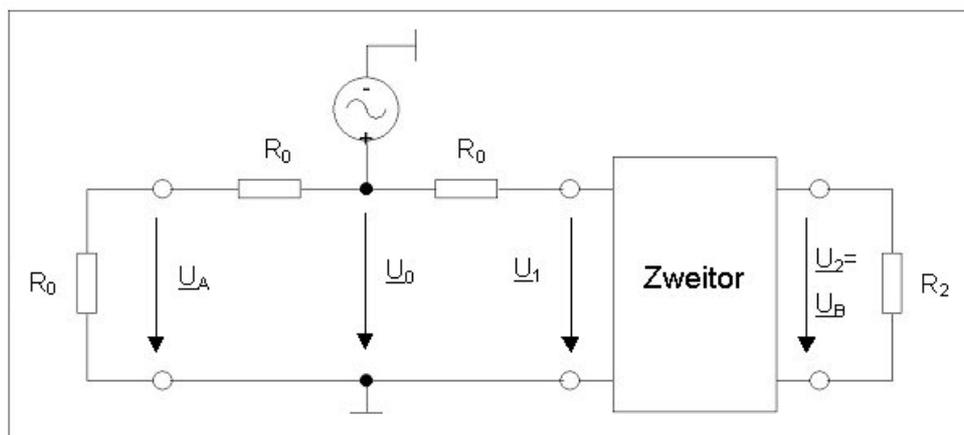


Bild 8: Messaufbau zur Übertragungsmessung (Bestimmung von Betriebsdämpfung und $-$ phase).

Die Betriebsdämpfung wird grundsätzlich durch

$$a_B = 10 \cdot \log[P_{1\max}/P_2] \text{ dB} = 10 \log[((U_0/(2U_2))^2 R_2/R_1)] \text{ dB} \quad (2)$$

mit $U_2 = |\underline{U}_2|$, $U_0 = |\underline{U}_0|$ definiert.

In diesem Versuch soll a_B für den Gleichtaktfall (Schaltung von Bild 6) gemessen werden.

3.3 Störspannungsmessung

Zum Versuchsbeginn ist der Messempfänger zu kalibrieren. Anschließend wird mit Hilfe der auf dem Messrechner installierten Software (EsxS-K1) die eigentliche Messung durchgeführt, wobei eine Unterweisung in die Bedienung des Programms am Versuchstag erfolgt. Grundsätzlich soll die Störspannung zwischen dem Phasenleiter und der Bezugsmasse sowie zwischen dem Neutralleiter und der Bezugsmasse gemessen werden. Beide Messwerte müssen die Grenzwerte einhalten.

Folgende Vorgehensweise ist bei der Messung zu beachten:

1. Durchführung der sogenannten Null-Messung mit dem Peak-Detektor des Störspannungsmessempfängers. Diese Messung dient der Ermittlung des eventuell vorhandenen Fremd störpegels auf der Netzversorgungsleitung bei angeschlossenem, aber nicht in Betrieb genommenen Prüfling
2. Durchführung der Messung mit dem Peak-Detektor PK des Messempfängers bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Prüflings (Pre-Scan), mit anschließender Bewertung ausgewählter Frequenzen (Maxima) mit Hilfe des Quasi-Peak-Detektors QP (Final-Scan). Vergleich der bewerteten Störspannungsmesswerte mit den zulässigen Grenzwerten. Das Messprotokoll beinhaltet jeweils die Grenzwertkurven für den Average sowie für den Quasi-Peak.
3. Sonderfall: Liegt die bewertete Messung mit dem Quasi-Peak-Detektor QP zwischen den Grenzwertkurven von Average und Quasi-Peak, d.h. oberhalb der Average-Grenzwerte, jedoch unterhalb der Quasi-Peak Grenzwerte, ist eine explizite Nachmessung mit dem Average-Detektor AV des Messempfängers notwendig. Unterschreitet die Messung mit dem Average-Detektor die dann gültige Average-Grenzwertkurve, gilt die Prüfung als bestanden.

Die Bilder 9 und 10 geben einen Eindruck für die Darstellung der Messergebnisse.

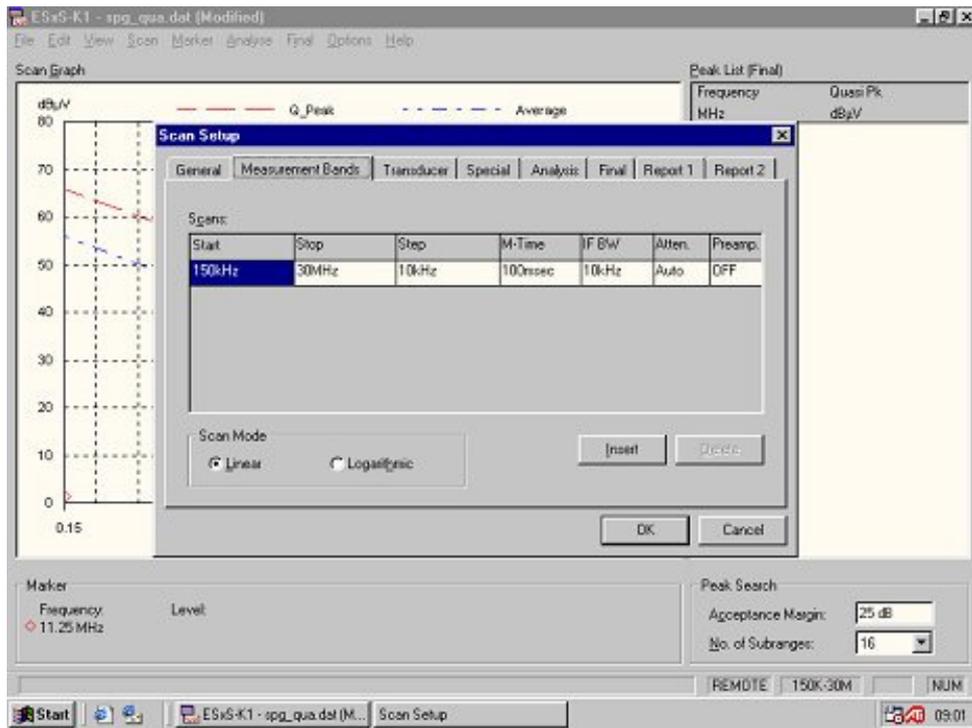


Bild 9: Einstellung der Setup-Werte entsprechend der Norm EN 55022.

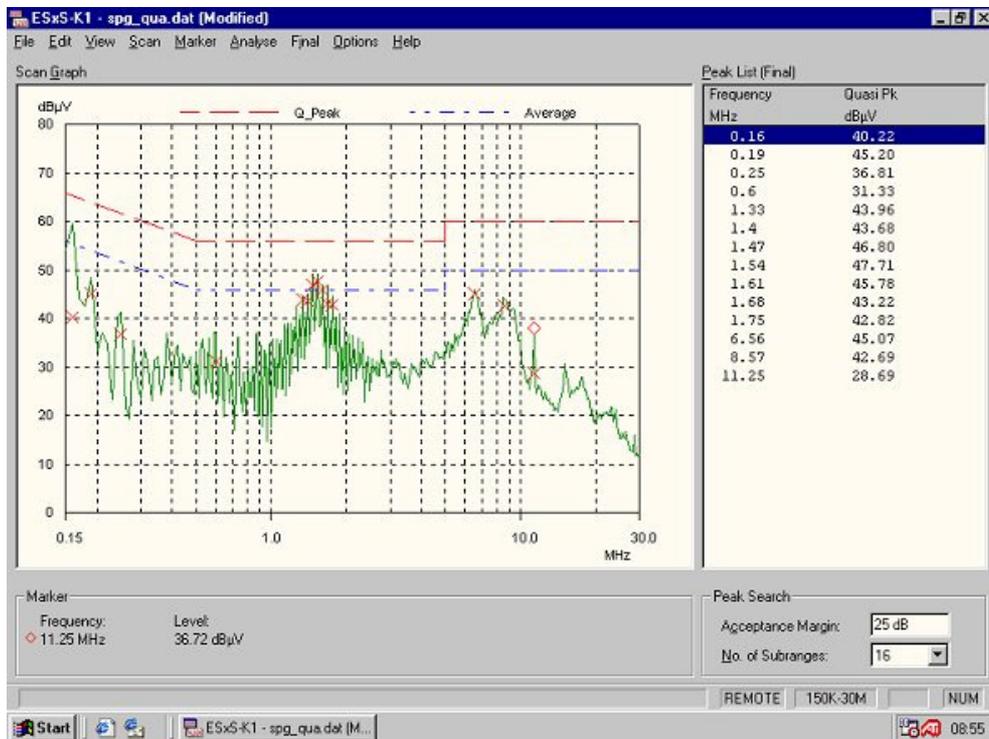


Bild 10: Gemessene Funkstörspannung am Beispiel eines PC (grüne Kurve: Prescan mit Peak-Detektor; rote Kreuze: Finalscan-Bewertung diskreter Frequenzen mit Quasi-Peak-Detektor).

Zunächst soll das vollständige Versuchsprogramm mit dem PC als Messobjekt ohne Netzfilter durchgeführt werden, anschließend ist zu prüfen, welche verbessernde oder auch verschlechternde Wirkung das Netzfilter bei verschiedenen Frequenzen zwischen 150 kHz und 30 MHz besitzt.

Weiterhin ist es möglich, den Gleichtakt-Störstrom im Schutzleiter (siehe Bild 3) mit einer Stromzange zu messen, und zwar sowohl im Zeitbereich mit einem Oszilloskop als auch im Frequenzbereich mit einem Spektrumanalysator. Auch hier bietet es sich an, die Messung ohne und mit Netzfilter durchzuführen.

3.4 Messungen mit einer Bohrmaschine

Orientierende Messungen können mit einer elektrischen Bohrmaschine durchgeführt werden (gleicher Ablauf der Störspannungsmessung wie beim PC, ohne Netzfilter, hier nur Pre-Scan mit Peak- und Average-Detektor.)

4 Versuchsvorbereitung

4.1 Eingangswiderstand der Netznachbildung

Der komplexe Eingangswiderstand der Schaltung von Bild 2b soll nach Betrag und Phase für $10 \text{ kHz} \leq f \leq 2 \text{ MHz}$ berechnet werden. Der Einsatz eines Simulationsprogramms wie SPICE oder eines Mathematikprogramms wie MATLAB oder MATHCAD wird empfohlen.

4.2 Netzfilter

a) Man zeichne je ein Ersatzschaltbild des Netzfilters von Bild 4 für den Gegentakt- und den Gleichtaktfall.

b) Bestimmen Sie die Betriebsdämpfung $a_B = 10 \cdot \log(P_{1\max}/P_2)$ mit $P_{1\max} = U_0^2/(4 \cdot R_1)$, $P_2 = U_2^2/R_2$ für Frequenzen bis zu 30 MHz sowie die Sprungantwort $u_2(t)$ für beide Fälle. Während $R_1 = 50 \text{ } \Omega$ konstant sein soll, ist der Lastwiderstand zu variieren: $R_2 = 5 \text{ } \Omega$, $50 \text{ } \Omega$, $500 \text{ } \Omega$.

Es bietet sich eine Simulation mit SPICE im Zeit- und Frequenzbereich (.TRAN und .AC) unter Benutzung der Parameteranweisung PARAM an.

4.3 Grenzwerte für Geräte in der Serienfertigung (EN 55022)

Die statistische Übereinstimmung mit den Grenzwerten ist entsprechend mit dem unten dargestellten Verfahren zu überprüfen. Die Stichprobe ist (normalerweise) anhand einer ausreichend großen Stückzahl von Geräten durchzuführen, jedoch wird vereinfachend $n=3$ angenommen.

Die Anforderungen sind erfüllt, wenn die Bedingung

$$L = \bar{x} + kS_n \leq L_g \quad (3)$$

eingehalten wird.

Hierin bedeuten:

\bar{x} arithmetischer Mittelwert der gemessenen Werte von n Geräten der Probe

$$S_n^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / (n-1),$$

x_i gemessener Wert der ausgewählten Störspannung des einzelnen Gerätes,

L_g der anzuwendende Grenzwert,

k der aus den Tabellen der nichtzentralen t-Verteilung entnommene Faktor für eine Sicherheit von 80%, dass mindestens 80% der Fertigung die Grenzwerte einhalten.

Der Wert von k hängt vom Umfang n der Stichprobe ab und ist unten angegeben. Die Werte von x_i , \bar{x} , S_n und L werden logarithmisch ausgedrückt (dB(μ V), dB(μ V/m) oder dB(pW)).

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
k	2,04	1,69	1,52	1,42	1,35	1,30	1,27	1,24	1,21	1,20

Als Beispiel seien folgende Werte angenommen (x_i entspricht hier einem fiktiven Messwert $U_e^*(i)$): $x_1=48$ dB(μ V), $x_2=51$ dB(μ V), $x_3=54$ dB(μ V). Der Grenzwert (z.B. bei $f=500$ kHz) beträgt bei der QP-Messung $L_g=U_{eg}^*=56$ dB(μ V).

Bestimmen Sie aus diesen Angaben rechnerisch den statistischen Pegel für eine Stichprobe aus 3 Geräten. Welche Aussage ergibt sich daraus zur Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte ?

5 Auszüge aus den EMV-Normen EN 55022 und EN 61000-3-2

Auszug aus der Norm EN 55022

Seite 5
EN 55022:1998

Einführung

Der Anwendungsbereich wurde auf den gesamten HF-Bereich von 9 kHz bis 400 GHz ausgeweitet, jedoch werden Grenzwerte nur für eingeschränkte Frequenzbereiche festgelegt, die als ausreichend angesehen werden, um angemessene Störaussendungspegel für den Schutz von Rundfunk- und Telekommunikationsdiensten zu erreichen und es anderen Einrichtungen zu erlauben, in einem vernünftigen Abstand bestimmungsgemäß zu funktionieren.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm gilt für ITE entsprechend der Definition in 3.1.

Es werden Verfahren für die Messung der Pegel von Störsignalen, die durch die ITE erzeugt werden, angegeben und Grenzwerte für den Frequenzbereich 9 kHz bis 400 GHz für Einrichtungen sowohl der Klasse A als auch der Klasse B festgelegt. Messungen sind nicht erforderlich bei den Frequenzen, für die keine Grenzwerte festgelegt sind.

Zweck dieser Norm ist die Angabe von einheitlichen Anforderungen an die Störpegel von den im Anwendungsbereich erfaßten Einrichtungen, die Festlegung von Grenzwerten der Störaussendung, die Beschreibung der Meßverfahren und die Vereinheitlichung der Betriebsbedingungen sowie die Bewertung der Ergebnisse.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung. Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf dieser Internationalen Norm basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

IEC 60083:1975	<i>Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use standardized in member countries of IEC</i>
IEC 61000-4-6:1996	<i>Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 6: Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields</i>
IEC/CISPR 11:1990	<i>Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment</i>
IEC/CISPR 16-1:1993	<i>Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus</i>
IEC/CISPR 16-2:1996	<i>Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2: Methods of disturbance and immunity measurements</i>
ISO/IEC 11801:1995	<i>Information technology – Generic cabling for customer premises</i>

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die nachfolgenden Definitionen:

3.1 Einrichtung der Informationstechnik (en: ITE)

Jede Einrichtung:

- deren Hauptzweck im (oder in einer Kombination von) Empfangen, Speichern, Ausgeben, Darstellen, Wiedergewinnen, Übertragen, Verarbeiten, Schalten oder Überwachen von Daten und von Telekommunikationsnachrichten besteht und die mit einem oder mehreren Anschlüssen ausgestattet sein darf, welche typischerweise der Informationsübertragung dienen;
- deren Nennwert der Versorgungsspannung 600 V nicht überschreitet.

Einrichtungen der Informationstechnik umfassen z. B. Datenverarbeitungseinrichtungen, Büromaschinen, elektronische Büroeinrichtungen und Telekommunikationseinrichtungen.

Jede Einrichtung (oder Teil einer ITE), deren Hauptzweck in der Funkübertragung und/oder dem -empfang entsprechend den Funkbestimmungen der Internationalen Fernmeldeunion (ITU) besteht, ist vom Anwendungsbereich dieser Norm ausgenommen.

ANMERKUNG: Jede Einrichtung, die eine Funktion zur Funkübertragung und/oder zum -empfang entsprechend den Definitionen der Funkbestimmungen der Internationalen Fernmeldeunion (ITU) besitzt, sollte die nationalen Funkbestimmungen erfüllen, unabhängig von einer Gültigkeit dieser Norm.

Einrichtungen, für die sämtliche Anforderungen an die Störaussendung im Frequenzbereich ausdrücklich in anderen IEC- oder CISPR-Publikationen angegeben sind, sind vom Anwendungsbereich dieser Norm ausgenommen.

3.2 Prüfling

Repräsentative ITE oder eine funktionell zusammenwirkende Gruppe von ITE (System), die eine oder mehrere Basiseinheiten umfaßt und für Beurteilungszwecke verwendet wird.

3.3 Basiseinheit

Teil eines informationstechnischen Systems oder einer informationstechnischen Einheit, der als Gehäuse für Baugruppen dient und HF-Quellen und die Stromversorgung für andere ITE enthalten kann. Die Stromversorgung zwischen Basiseinheit(en) und Baugruppen oder anderen ITE kann mit Wechselstrom, Gleichstrom oder beidem erfolgen.

3.4 Baugruppe

Teil einer ITE mit eigenständiger Funktion, der HF-Quellen enthalten kann.

3.5 Gleichartige Baugruppen und ITE

Baugruppen und ITE, die in Serie gefertigt und innerhalb üblicher Fertigungsabweichungen nach vorgegebenen Fertigungsunterlagen hergestellt werden.

3.6 Telekommunikationsanschluß

Anschlüsse, die zum Anschluß an Telekommunikationsnetze (z.B. öffentliche Telekommunikationsnetze, Dienste-integrierendes digitales Netz (en: ISDN)), lokale Netze (z. B. Ethernet, Token Ring) und ähnliche Netze vorgesehen sind.

4 Einteilung der ITE

ITE werden in zwei Gruppen unterteilt, die als ITE der Klasse A und ITE der Klasse B bezeichnet werden.

4.1 ITE der Klasse B

ITE der Klasse B sind eine Kategorie von Einrichtungen, welche den Grenzwerten der Störaussendung Klasse B genügen.

ITE der Klasse B sind hauptsächlich für den Betrieb im Wohnbereich vorgesehen und können umfassen:

- Einrichtungen ohne festen Betriebsort; z. B. tragbare Geräte, die über eingebaute Batterien gespeist werden;
- Telekommunikations-Endeinrichtungen, die über ein Telekommunikationsnetz gespeist werden;
- Personalcomputer und verbundene Zusatzgeräte.

ANMERKUNG: Beim Wohnbereich handelt es sich um eine Umgebung, in welcher mit dem Betrieb von Ton- und Fernseh-Rundfunkempfängern innerhalb eines Abstandes von 10 m zu der betrachteten Einrichtung gerechnet werden kann.

4.2 ITE der Klasse A

ITE der Klasse A umfassen alle anderen ITE, welche den Grenzwerten der Störaussendung Klasse A genügen, nicht jedoch den Grenzwerten der Störaussendung Klasse B. Solche Einrichtungen sollten keinen Verkaufsbeschränkungen unterliegen, jedoch muß der folgende Warnhinweis in der Bedienungsanleitung vorhanden sein:

Warnung!

Dies ist eine Einrichtung der Klasse A. Diese Einrichtung kann im Wohnbereich Funkstörungen verursachen; in diesem Fall kann vom Betreiber verlangt werden, angemessene Maßnahmen durchzuführen.

5 Grenzwerte der leitungsgeführten Störgrößen an den Netzversorgungs- und den Telekommunikationsanschlüssen

Der Prüfling muß die Störaussendungsgrenzwerte nach Tabellen 1 und 3 oder Tabellen 2 und 4 sowohl für Mittelwert als auch für Quasispitzenwert einhalten, wobei Meßempfänger mit Mittelwert- bzw. Quasispitzenwert-Detektor zu verwenden sind und nach dem in Abschnitt 9 beschriebenen Verfahren zu messen ist. Es sind entweder die Grenzwerte für die Störspannung oder die Grenzwerte für den Störstrom in Tabelle 3 oder 4 einzuhalten, je nachdem, welcher anwendbar ist, außer, es wird das Meßverfahren nach C.1.3 angewendet; in letzterem Fall müssen beide Grenzwerte eingehalten werden. Wird der Grenzwert für den Mittelwert bei Verwendung eines Meßempfängers mit Quasispitzenwert-Detektor eingehalten, so wird angenommen, daß der Prüfling beide Grenzwerte einhält und die Messung mit dem Mittelwert-Detektor nicht notwendig ist.

Wenn die Anzeige des Meßempfängers Schwankungen in der Nähe des Grenzwertes zeigt, so ist die Anzeige bei jeder Meßfrequenz mindestens 15 s lang zu beobachten; der höchste Wert ist aufzuzeichnen, wobei irgendein kurzer, isoliert auftretender hoher Wert nicht zu berücksichtigen ist.

5.1 Grenzwerte der leitungsgeführten Störgrößen am Netzversorgungsanschluß

Tabelle 1: Grenzwerte der leitungsgeführten Störgrößen am Netzversorgungsanschluß für Einrichtungen der Klasse A

Frequenzbereich MHz	Grenzwerte dB(µV)	
	Quasi- spitzenwert	Mittelwert
0,15 bis 0,50	79	66
0,50 bis 30	73	60

ANMERKUNG: Bei der Übergangsfrequenz gilt der niedrigere Grenzwert.

Tabelle 2: Grenzwerte der leitungsgeführten Störgrößen am Netzversorgungsanschluß für Einrichtungen der Klasse B

Frequenzbereich MHz	Grenzwerte dB(µV)	
	Quasi- spitzenwert	Mittelwert
0,15 bis 0,50	66 bis 56	56 bis 46
0,50 bis 5	56	46
5 bis 30	60	50

ANMERKUNG 1: Bei der Übergangsfrequenz gilt der niedrigere Grenzwert.
ANMERKUNG 2: Im Frequenzbereich 0,15 MHz bis 0,50 MHz nimmt der Grenzwert linear mit dem Logarithmus der Frequenz ab.

5.2 Grenzwerte der asymmetrischen leitungsgeführten Störgrößen an den Telekommunikationsanschlüssen *)

Tabelle 3: Grenzwerte der asymmetrischen leitungsgeführten Störgrößen an den Telekommunikationsanschlüssen im Frequenzbereich von 0,15 MHz bis 30 MHz für Einrichtungen der Klasse A

Frequenzbereich MHz	Grenzwerte der Störspannung dB(µV)		Grenzwerte des Störstroms dB(µA)	
	Quasi- spitzenwert	Mittelwert	Quasi- spitzenwert	Mittelwert
0,15 bis 0,5	97 bis 87	84 bis 74	53 bis 43	40 bis 30
0,5 bis 30	87	74	43	30

ANMERKUNG 1: Im Frequenzbereich 0,15 MHz bis 0,5 MHz nimmt der Grenzwert linear mit dem Logarithmus der Frequenz ab.
ANMERKUNG 2: Die Grenzwerte des Störstromes und der Störspannung wurden für die Verwendung eines Impedanzstabilisierungsnetzwerkes (ISN) abgeleitet, das eine asymmetrische Leitungsabschlußimpedanz von 150 Ω bildet, wie sie vom zu prüfenden Telekommunikationsanschluß aus gesehen wird (das Wandlungsmaß (für die Umwandlung von Störstrom in Störspannung) beträgt $20 \lg 150 / I = 44$ dB).

*) siehe 3.6

Seite 12
EN 55022:1998

Der Prüfling muß bei seiner Nenn-Betriebsspannung und unter seinen üblichen Lastbedingungen (mechanisch und elektrisch), für die er entwickelt wurde, betrieben werden. Wo dies möglich ist, sollten tatsächliche Lasten verwendet werden. Wenn ein Simulator verwendet wird, muß dieser die tatsächliche Last in bezug auf deren Hochfrequenz- und Funktionseigenschaften repräsentieren.

Die Prüfprogramme oder andere Mittel zum Betrieb der Einrichtung sollten sicherstellen, daß die verschiedenen Teile eines Systems so betrieben werden, daß die Ermittlung aller Störaussendungen des Systems ermöglicht wird. So sollten z. B. bei einem Rechnersystem die Band- und Plattenlaufwerke mit einer „lesen-schreiben-löschen“-Sequenz betrieben werden, und verschiedene Bereiche der Speicher sollten adressiert werden. Jegliche mechanischen Aktivitäten sollten ausgeführt und Sichtgeräte sollten wie vom Hersteller für den bestimmungsgemäßen Betrieb vorgesehen, betrieben werden.

9 Verfahren zur Messung der leitungsgeführten Störgrößen an den Netzversorgungs- und den Telekommunikationsanschlüssen

Messungen sind mit Funkstörmeßempfänger mit Quasispitzenwert- und mit Mittelwert-Detektor nach 9.1 durchzuführen. Beide Detektoren dürfen im selben Meßempfänger enthalten sein und abwechselnd zum Messen verwendet werden.

ANMERKUNG: Die Messung der leitungsgeführten Störgrößen (Störspannung) sollte in einem geschirmten Raum durchgeführt werden.

Zur Verringerung der Meßzeit kann ein Funkstörmeßempfänger mit Spitzenwert-Detektor anstelle eines Funkstörmeßempfängers mit Quasispitzenwert- oder mit Mittelwert-Detektor verwendet werden. Bei Meinungsverschiedenheiten hat die Messung mit einem Funkstörmeßempfänger mit Quasispitzenwert-Detektor Vorrang, wenn die Messung im Hinblick auf den Quasispitzenwert-Grenzwert erfolgt, und die Messung mit einem Funkstörmeßempfänger mit Mittelwert-Detektor hat Vorrang, wenn die Messung im Hinblick auf den Mittelwert-Grenzwert erfolgt (siehe Anhang B).

9.1 Meßempfänger

Meßempfänger mit Quasispitzenwert-Detektor müssen Hauptabschnitt 2 der IEC/CISPR 16-1 entsprechen. Meßempfänger mit Mittelwert-Detektor müssen Hauptabschnitt 4 der IEC/CISPR 16-1 entsprechen und eine 6-dB-Bandbreite aufweisen, die mit Hauptabschnitt 2 der IEC/CISPR 16-1 übereinstimmt. Meßempfänger mit Spitzenwert-Detektor müssen Hauptabschnitt 3 der IEC/CISPR 16-1 entsprechen und eine 6-dB-Bandbreite aufweisen, die mit Hauptabschnitt 2 der IEC/CISPR 16-1 übereinstimmt.

9.2 Netznachbildung (en: AMN)

Es ist eine Netznachbildung erforderlich, die am Meßpunkt der Störspannung eine definierte Impedanz bei hohen Frequenzen und ferner die Entkopplung der zu prüfenden Schaltung gegenüber Fremdstörgrößen auf den Netzleitungen darstellt.

Eine Netznachbildung mit einer Nennimpedanz ($50 \Omega/50 \mu\text{H}$) nach IEC/CISPR 16-1, Abschnitt 11.3, ist zu verwenden.

Der Prüfling ist mit der Netznachbildung zu verbinden. Er ist so aufzustellen, daß der Abstand zwischen seiner Begrenzung und der nächstgelegenen Oberfläche der Netznachbildung 0,8 m beträgt.

Wenn vom Hersteller eine flexible Netzanschlußleitung mitgeliefert wird, muß diese entweder 1 m lang sein oder, falls sie länger als 1 m ist, soweit sie möglich mäanderförmig gefaltet werden, so daß sie ein Bündel bildet, dessen Länge 0,4 m nicht überschreitet.

Falls die Installationsanweisungen des Herstellers eine bestimmte Netzanschlußleitung festlegen, ist 1 m Länge des festgelegten Leitungstyps für die Verbindung zwischen Prüfling und Netznachbildung zu verwenden.

Die Störspannung ist zwischen dem Phasenleiter und der Bezugsmasse und zwischen dem Neutralleiter und der Bezugsmasse zu messen. Beide Meßwerte müssen die Grenzwerte einhalten.

Schutzleiterverbindungen sind, wo aus Sicherheitsgründen erforderlich, an den entsprechenden Bezugsmasspunkt der Netznachbildung anzuschließen. Sie müssen, falls der Hersteller nichts anderes beistellt oder festlegt, 1 m lang sein und in einem Abstand von nicht mehr als 0,1 m parallel zum Netzkabel verlaufen.

Weitere Erdverbindungen (z. B. zu EMV-Zwecken), die vom Hersteller festgelegt oder geliefert werden und die letztendlich mit dem gleichen Anschlußpunkt wie der Schutzleiter verbunden werden, sind ebenfalls an den Bezugsmasspunkt der Netznachbildung anzuschließen.

Wenn bei einigen Frequenzen wegen leitungsgeführter Störgrößen durch örtliche Rundfunksender nicht anders gemessen werden kann, darf ein geeignetes zusätzliches HF-Filter zwischen Netznachbildung und Stromversorgungsnetz geschaltet werden, oder die Messungen müssen in einem geschirmten Raum durchgeführt werden. Die Bauteile, aus denen das zusätzliche HF-Filter besteht, sollten in eine metallische Abschirmung eingebaut sein, die direkt mit dem Bezugsmasspunkt des Meßsystems zu verbinden ist. Die Anforderungen an die Impedanz der Netznachbildung sollten mit dem zusätzlich angeschlossenen HF-Filter bei der Meßfrequenz eingehalten werden.

Falls der Prüfling aus mehreren ITE mit einer oder mehreren Basiseinheiten und ITE besteht, von denen jede ihre eigene Netzanschlußleitung hat, wird der Anschluß für die Netznachbildung nach folgenden Regeln bestimmt:

- a) Jede Netzanschlußleitung, die in einem genormten Netzstecker (z. B. nach IEC 60083) endet, ist getrennt zu prüfen.
- b) Netzanschlußleitungen oder -klemmen, bei denen der Hersteller nicht den Anschluß an eine Basiseinheit festlegt, sind getrennt zu prüfen.
- c) Netzanschlußleitungen oder Anschlußklemmen für örtliche Verkabelung, die der Hersteller zum Anschluß an eine Basiseinheit oder eine andere Stromversorgungseinrichtung bestimmt, sind mit dieser Basiseinheit oder einer anderen Stromversorgungseinrichtung zu verbinden, und die Klemmen oder Leitungen dieser Basiseinheit oder der anderen Stromversorgungseinrichtung sind dann an die Netznachbildung anzuschließen und zu prüfen.
- d) Falls besondere Verbindungen festgelegt werden, sind die für den Anschluß erforderlichen Teile vom Hersteller für die Prüfung bereitzustellen.
- e) Wenn eine Einrichtung mit mehreren Stromversorgungsleitungen geprüft wird, können die nicht geprüften Stromversorgungsleitungen an eine Mehrfach-Steckdosenleiste angeschlossen werden, die ihrerseits an eine separate Netznachbildung (AMN) angeschlossen werden muß und nicht an diejenige, die für die zu prüfende Stromversorgungsleitung verwendet wird.

9.3 Bezugsmassefläche

Der Prüfling ist, falls er zum Betrieb als Tischgerät vorgesehen ist, in einer Entfernung von 0,4 m von einer senkrechten Metallfläche von wenigstens 2 m × 2 m aufzustellen und muß mindestens 0,8 m von jeder anderen Metallfläche oder anderen Massefläche, die nicht Teil des Prüflings ist, entfernt sein. Falls die Messung in einem geschirmten Raum durchgeführt wird, darf die Entfernung von 0,4 m auf eine der Wände des Raums bezogen werden. Wenn die Messung auf einem Freifeldmeßplatz oder in einem geschirmten Raum durchgeführt wird, darf der Abstand von 0,4 m auf die horizontale Bezugsmassefläche bezogen werden.

Standgeräte sind auf einer horizontalen Bezugsmassefläche aufzustellen; die Berührungspunkte mit dieser müssen den Verhältnissen bei bestimmungsgemäßem Gebrauch entsprechen, dürfen aber keine metallische Berührung mit der Bezugsmassefläche haben. Ein Boden aus Metall darf die Bezugsmassefläche ersetzen. Die Bezugsmassefläche muß sich mindestens um 0,5 m über die Begrenzung des Prüflings hinaus erstrecken und mindestens Abmessungen von 2 m × 2 m haben.

Der Bezugsmassepunkt der Netznachbildung und des Impedanzstabilisierungsnetzwerkes (ISN) ist mit der Bezugsmassefläche mit einem möglichst kurzen Leiter zu verbinden.

9.4 Meßaufbau der Einrichtung

Der Prüfling muß in Übereinstimmung mit den Festlegungen des Abschnittes 8 angeordnet und betrieben werden und in Übereinstimmung mit den Bildern 4 bis 9 für Tischgeräte, Standgeräte und/oder kombinierte Stand- und Tischgeräte aufgestellt werden. Die Bilder 13 und 14 zeigen die Aufstellung von Standgeräten mit Deckenverkabelung.

Tischgeräte müssen auf einem nicht-metallischen Tisch in 0,8 m Höhe über der horizontalen metallischen Bezugsmassefläche angeordnet werden (siehe 9.3). Sie müssen in 40 cm Abstand von einer vertikalen Masseplatte, die mit der horizontalen metallischen Masseplatte verbunden ist, aufgestellt (siehe Bilder 4 bis 6) oder alternativ in 40 cm Höhe über der horizontalen metallischen Masseplatte angeordnet werden (siehe Bild 7). Wo solch ein alternativer Aufbau verwendet wird (40 cm über der horizontalen Masseplatte), sollte dieser Umstand im Prüfbericht festgehalten werden.

Im Streitfall müssen die Messungen so ausgeführt werden, wie sie ursprünglich durchgeführt wurden.

Einrichtungen, die sowohl für den Betrieb auf dem Tisch als auch auf dem Boden entwickelt worden sind, brauchen nur als Tischgerät geprüft zu werden, es sei denn, daß sie üblicherweise als Standgeräte verwendet werden; dann ist die dementsprechende Anordnung zu verwenden.

Einrichtungen, die für eine Wandmontage entwickelt wurden, sind wie Tischgeräte zu prüfen. Die Ausrichtung der Einrichtungen muß ihrem üblichen Betrieb (der üblichen Gebrauchslage) entsprechen.

Stromversorgungsanschlüsse werden mit der Stromversorgungsleitung an eine Netznachbildung (AMN) angeschlossen.

Telekommunikationsanschlüsse werden mit ihrer Signalleitung an ein Impedanzstabilisierungsnetzwerk (ISN) angeschlossen.

9.5 Messung der leitungsgeführten Störgrößen an den Telekommunikationsanschlüssen

Zweck dieser Prüfungen ist die Messung der asymmetrischen Störspannung an den Telekommunikationsanschlüssen eines Prüflings. Das Nutzsignal kann zu diesen asymmetrischen Störspannungen beitragen. Die asymmetrische Störspannung, die durch Umwandlung aus dem Nutzsignal erzeugt wird, kann in der Entwurfsphase der Schnittstellentechnologie beherrscht werden, indem die im Anhang E betrachteten Faktoren in richtiger Weise beachtet werden.