

ICS 33.100.01

Ersatz für
VG 95376-5:1996-08

**Elektromagnetische Verträglichkeit —
Grundlagen und Maßnahmen für die Entwicklung und Konstruktion
von Geräten —
Teil 5: Filterung und Überspannungsschutz; Text Deutsch und
Englisch**

Electromagnetic Compatibility —
Fundamentals and Measures for the Development and Design of Equipment —
Part 5: Filtering and Overvoltage Protection; text in German and English

Compatibilité électromagnétique (CEM) —
Principes et mesures pour la réalisation et la construction des appareils —
Partie 5: Filtration et protection contre surtension; texte en allemand et anglais

Gesamtumfang 34 Seiten
Total extent 34 pages

Normenstelle Elektrotechnik (NE) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Inhalt		Seite	Contents		Page
Vorwort		3	Foreword		3
1	Anwendungsbereich	4	1	Scope	4
2	Normative Verweisungen	4	2	Normative references	4
3	Begriffe	6	3	Terms and definitions	6
3.1	Symmetrische Störspannung (Gegentaktstörspannung)	6	3.1	Differential mode disturbance voltage	6
3.2	Asymmetrische Störspannung (Gleichtaktstörspannung)	6	3.2	Common mode disturbance voltage	6
4	Filter, Optokoppler und Über- spannungsschutzeinrichtungen	6	4	Filters, photocouplers and overvoltage protection devices	6
4.1	Allgemeines	6	4.1	General	6
4.2	Filter	8	4.2	Filters	8
4.3	Optokoppler	16	4.3	Photocouplers	16
4.4	Bauelemente für Überspan- nungsschutzeinrichtungen	18	4.4	Components for overvoltage protection devices	18
4.5	Überspannungsschutz- einrichtungen	25	4.5	Overvoltage protection devices	25
5	Einbau	26	5	Installation	26
6	Anwendungsbeispiele	30	6	Examples of application	30
6.1	Filterung eines Motors	30	6.1	Filtering of a motor	30
6.2	Funkenlöschung an einem Kontakt	31	6.2	Spark quenching at a contact	31
6.3	Filterung von leistungselek- tronischen Betriebsmitteln	32	6.3	Filtering of power electronic devices	32
6.4	Filterstecker	34	6.4	Filter connectors	34
Bilder					
Bild 1 — Definition des Einfügungs- dämpfungsmaßes		8	Figure 1 — Definition of insertion loss		8
Bild 2 — Beispiel für das Schaltbild eines Stromversorgungsfilters bei der Ermittlung der Einfügungsdämpfung		10	Figure 2 — Example of a circuit diagram of a power supply filter used for the determination of the insertion loss		10
Bild 3 — Einfügungsdämpfungsmaß des in Bild 2 dargestellten Filters berechnet für verschiedene Impedanzen Z_Q und Z_L		11	Figure 3 — Insertion loss of the filter presented in figure 2 calculated for various impedances Z_Q und Z_L		11
Bild 4 — Dämpfungsverlauf ver- schiedener Filter		12	Figure 4 — Attenuation curve of different filter types		12
Bild 5 — Einfache Filtergrundschal- tungen für verschiedene Quell- und Lastimpedanzen		12	Figure 5 — Simple basic filter circuits for different source and load impedances		12
Bild 6 — Prinzip der Potentialtrennung durch Optokoppler		17	Figure 6 — Principle of potential separation using a photocoupler		17
Bild 7 — Stoßkennlinien (Messwerte) gasgefüllter Überspannungsableiter		19	Figure 7 — Voltage/time curves (measured values) of two gas-filled surge arresters		19
Bild 8 — Schaltung, Spannungs- und Stromverlauf bei einer Suppressordiode		24	Figure 8 — Circuit diagram and voltage/current curve of a suppressor diode		24

Bild 9 — Prinzip einer zweistufigen Kombinationsschaltung	25	Figure 9 — Example of two-stage combination circuit	25
Bild 10 — Eingebautes Filter mit der Induktivität L_M und dem Widerstand R_M einer Masseverbindung	28	Figure 10 — Installed filter with a bonding connection having the inductance L_M and the resistance R_M	28
Bild 11 — Berechnung des Einflusses der Masseverbindung auf die Einfügungsdämpfung des Filters nach Bild 10	29	Figure 11 — Influence of the bonding on the insertion loss calculated for the filter according to figure 10	29
Bild 12 — Einfügungsdämpfungsmaß eines Durchführungsfilters	30	Figure 12 — Insertion loss of a feed-through filter	30
Bild 13 — Beispiel für eine Filterschaltung eines Universalmotors	31	Figure 13 — Example of the filter circuit for an universal motor	31
Bild 14 — Funkenlöschschaltung und zusätzliche Filter-Bauelemente (L_1, C_1) an einem Relaiskontakt (Larsen-Schaltung)	32	Figure 14 — Spark quenching circuit and additional filter components (L_1, C_1) for a relay contact (Larsen-circuit)	32
Bild 15 — Beispiel einer Filterschaltung mit Überspannungsschutz an einem Schaltregler-Netzteil	33	Figure 15 — Example of a filter circuit with overvoltage protection for a switching controller power supply	33
Bild 16 — Beispiel einer Filterschaltung für einen Wechselrichter	34	Figure 16 — Example of a filter circuit for an inverter	34

The English version is a translation. In case of dispute the German original will govern.

Vorwort

Diese Norm wurde von der Normenstelle Elektrotechnik (NE) im DIN, Arbeitsausschuss NA 140-00-20 AA Elektromagnetische Verträglichkeit (NEA 763), erarbeitet.

Bei der vorliegenden Norm handelt es sich um eine Grundnorm für den Bereich „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)“.

VG 95376, *Elektromagnetische Verträglichkeit — Grundlagen und Maßnahmen für die Entwicklung und Konstruktion von Geräten* besteht aus:

siehe VG 95372, *Übersicht*

Eine Übersicht über die VG-Normen für EMV und Schutz gegen NEMP und Blitz ist in VG 95372 enthalten.

Änderungen

Gegenüber VG 95376-5:1996-08 wurden folgende Änderungen durchgeführt:

- Die technischen Anforderungen wurden dem Stand der Technik angepasst;
- Die englische Sprachfassung wurde aufgenommen;
- Die Norm wurde redaktionell überarbeitet.

Foreword

This standard has been prepared by the Normenstelle Elektrotechnik (NE) im DIN, committee NA 140-00-20 AA Electromagnetic compatibility (NEA 763).

The presented standard is a basic standard for „Electromagnetic compatibility“.

VG 95376, *Electromagnetic Compatibility — Fundamentals and Measures for the Development and Design of Equipment* consists of:

see VG 95372, *Survey*

VG 95372 contains a survey of all VG-standards for EMC as well as NEMP and lightning protection.

Amendments

Compared with VG 95376-5:1996-08 the following amendments have been adopted:

- The technical requirements have been adapted to the state of technology;
- The English version has been included;
- The standard has been revised editorially.

Frühere Ausgaben

Superseded Editions

VG 95376-5:1996-08

1 Anwendungsbereich

Mit den in dieser Norm angegebenen Grundlagen und Hinweisen soll die Einhaltung von EMV-Grenzwerten auf Leitungen außerhalb der Gerätegehäuse sowie auch Schutz gegen Störspannungen oder -ströme auf geräteinternen Leitungen ggf. mit Hilfe von passiven Filtern, überspannungsbegrenzenden Bauelementen und Überspannungsschutzeinrichtungen erreicht werden.

Ferner soll die Begrenzung von Störgrößen auf Leitungen, verursacht durch NEMP und LEMP, erreicht werden.

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).

DIN EN 50178 (VDE 0160), *Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln*

DIN EN 60384 (VDE 0565-1) (alle Teile), *Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik*

DIN EN 60938 (VDE 0565-2) (alle Teile), *Drosseln zur Unterdrückung elektromagnetischer Störungen*

DIN EN 60939 (VDE 0565-3) (alle Teile), *Passive Filter für die Unterdrückung von elektromagnetischen Störungen*

DIN EN 61643-311 (VDE 0845-5-1), *Bauelemente für Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung — Teil 311: Festlegungen für Gasentladungsableiter (ÜsAg) (IEC 61643-311)*

DIN EN 61643-321 (VDE 0845-5-2), *Bauelemente für Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung — Teil 321: Festlegungen für Avalanche-Dioden (ABD) (IEC 61643 321)*

1 Scope

With the basic measures and additional information given in this standard the requirements concerning limits on leads outside of equipment casings shall be met. Furthermore, the protection against disturbing voltages and currents on internal leads shall be ensured by the use of filters, overvoltage limiting components and overvoltage protection devices.

In addition, disturbances on leads caused by NEMP and LEMP shall be limited.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

DIN EN 50178 (VDE 0160), *Electronic equipment for use in power installations*

DIN EN 60384 (VDE 0565-1) (all Parts), *Fixed capacitors for use in electronic equipment*

DIN EN 60938 (VDE 0565-2) (all Parts), *Fixed inductors for electromagnetic interference suppression*

DIN EN 60939 (VDE 0565-3) (all Parts), *Passive filter units for electromagnetic interference suppression*

DIN EN 61643-311 (VDE 0845-5-1), *Components for low-voltage surge protective devices — Part 311: Specification for gas discharge tubes (GDT) (IEC 61643-311)*

DIN EN 61643-321 (VDE 0845-5-2), *Components for low-voltage surge protection devices — Part 321: Specifications for avalanche breakdown diodes (ABD) (IEC 61643-321)*

DIN EN 61643-331 (VDE 0845-5-3), *Bauelemente für Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung — Teil 331: Festlegungen für Metalloxidvaristoren (MOV) (IEC 61643-331)*

DIN EN 61643-341 (VDE 0845-5-4), *Bauelemente für Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung — Teil 341: Festlegungen für Suppressordioden (TSS) (IEC 61643-341)*

DIN EN 133200 (VDE 0565-3-1), *Rahmenspezifikation — Passive Filter für die Unterdrückung von elektromagnetischen Störungen (Filter, für die Sicherheitsprüfungen vorgeschrieben sind)*

DIN VDE 0845-1 (VDE 0845-1), *Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Blitzeinwirkungen, statische Aufladungen und Überspannungen auf Starkstromanlagen — Maßnahmen gegen Überspannung*

VG 95371-2, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) einschließlich Schutz gegen den Elektromagnetischen Impuls (EMP) und Blitz — Allgemeine Grundlagen — Teil 2: Begriffe*

VG 95373 (alle Teile), *Elektromagnetische Verträglichkeit — Elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten*

VG 95374-4 Bbl 1, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) einschließlich Schutz gegen den Elektromagnetischen Impuls (EMP) und Blitz — Programm und Verfahren — Teil 4: Verfahren für Systeme und Geräte, Rechenverfahren für die EMV-Analyse*

VG 95376-6, *Elektromagnetische Verträglichkeit — Grundlagen und Maßnahmen für die Entwicklung und Konstruktion von Geräten — Teil 6: Massung*

MIL-STD-220, *Method of Insertion Loss Measurements* ¹⁾

DIN EN 61643-331 (VDE 0845-5-3), *Components for low-voltage surge protective devices — Part 331: Specification for metal oxide varistors (MOV) (IEC 61643-331)*

DIN EN 61643-341 (VDE 0845-5-4), *Components for low-voltage surge protection devices — Part 341: Specification for thyristor surge suppressors (TSS) (IEC 61643-341)*

DIN EN 133200 (VDE 0565-3-1), *Sectional specification — Passive filter units for electromagnetic interference suppression (filters, for which safety tests are required)*

DIN VDE 0845-1 (VDE 0845-1), *Protection of telecommunication systems against lightning, electrostatic discharges and overvoltages from electric power installations — provisions against overvoltages*

VG 95371-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) including electromagnetic pulse (EMP) and lightning protection — Fundamentals — Part 2: Terms*

VG 95373 (all Parts), *Electromagnetic compatibility — Electromagnetic compatibility of equipment*

VG 95374-4 Bbl 1, *Electromagnetic Compatibility (EMC) including Electromagnetic Pulse (EMP) and lightning protection — Program and procedures — Part 4: Procedures for systems and equipment; methods of analysis for EMC*

VG 95376-6, *Electromagnetic compatibility — Fundamentals and measures for the development and design of equipment — Part 6: Bonding*

MIL-STD-220, *Method of Insertion Loss Measurements* ¹⁾

¹⁾ Bezugsquelle:
<http://assist.daps.dla.mil/quicksearch/>

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach VG 95371-2 und die folgenden besonderen Begriffe:

3.1 Symmetrische Störgrößen (Gegentaktstörgrößen)

Störgrößen zwischen zwei Adern einer Leitung bzw. zwischen zwei Anschlussstellen einer elektrischen Einrichtung für eine solche Leitung.

3.2 Asymmetrische Störgrößen (Gleichtaktstörgrößen)

Störgrößen zwischen einer Ader einer Leitung bzw. einer Anschlussstelle einer elektrischen Einrichtung für eine Leitung und dem Bezugspotential.

4 Filter, Optokoppler und Überspannungsschutzeinrichtungen

4.1 Allgemeines

Mit dem Einsatz von Filtern, Optokopplern und Überspannungsschutzeinrichtungen erhält man die Möglichkeit, die Übertragung von leitungsgeführten Störgrößen (Störspannungen, Störströme) zu reduzieren bei gleichzeitiger, nur geringfügig eingeschränkter Übertragung der Nutzleistung/Nutzsignale. Der Bereich der Einsatzmöglichkeiten erstreckt sich von Leitungen für die Energieübertragung (Stromversorgung) und Steuerleitungen bis hin zu Leitungen für die Daten- und Nachrichtenübertragung und Antennenleitungen (Verbesserung der Selektion von Sendern und Empfängern).

Neben den hauptsächlich verwendeten passiven Filtern gibt es auch aktive Filter; in diesen Filtern werden Bauelemente eingesetzt, für die eine Stromversorgung erforderlich ist. Aktive Filter sind als Signalfilter weit verbreitet. Sie werden aber auch bei Stromversorgungen eingesetzt. Hier wird zwischen der aktiven Filterung von asymmetrischen (Gleichtakt-) bzw. symmetrischen (Gegentakt-) Störgrößen unterschieden. Aktive Gleichtakt-Filter sind für spezielle Anwendungen zum Schutz gegen niederfrequente Störpegel in Systemen mit empfindlichen Antennenanlagen geeignet. Aktive Gegentakt-Filter dienen der Verbesserung der Netzqualität. Je nach Anwendung können aktive Filter geringere Abmessungen und ein geringeres Gewicht gegenüber passiven Filtern aufweisen. Die obere Frequenz, bei der Störungen noch unterdrückt werden, wird insbesondere durch die Grenzfrequenz der eingesetzten Bauelemente bestimmt.

3 Terms and definitions

For the purposes of this document the terms and definitions according to VG 95371-2 and the following apply:

3.1 Differential mode disturbance voltage

Disturbance voltage between two conductors of a lead or between two terminals of an electric device for such a lead, respectively.

3.2 Common mode disturbance voltage

Disturbance voltage between a conductor of a lead or between a terminal of an electric device for such a lead and the reference potential.

4 Filters, photocouplers and overvoltage protection devices

4.1 General

The use of filters, photocouplers and overvoltage protection devices is a possibility of reducing the transmission of conducted disturbances (disturbance voltages, disturbance currents) with simultaneous, hardly restricted transmission of useful power/ wanted signals. The field of application extends from lines for the transfer of energy (power lines) and control lines to data, communication and antenna lines (improved selectivity of transmitters and receivers).

Along with the mainly used passive filters there are also active filters including components requiring a power supply. Active filters are usually used as signal filters. They are also used in power supply systems. For power filters, it has to be differentiated between active filtering of common mode and differential mode disturbances. Active common-mode filters are used for the protection of sensitive antenna systems from low-frequency disturbances. Active differential-mode filters are used for power quality improvement. Depending on the particular application, active filters may be smaller and lighter than passive filters. The upper frequency at which disturbances are still suppressed is particularly determined by the frequency limits of the components used.

Filter können sowohl an einer Störquelle (Verminderung der Ausbreitung leitungsgeführter Störgrößen) als auch an einer Störsenke (Erhöhung der Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen) eingesetzt werden. Im Falle einer Wahlmöglichkeit des Einbauortes sind u.a. die folgenden Umstände zu betrachten:

Die Filterung an Störquellen ist vorzuziehen, wenn mit der Verhinderung der Ausbreitung von Störgrößen auch die Kopplung zu weiteren Störsenken (z.B. Kopplung zwischen Leitungen) unkritisch wird.

Die Filterung an Störsenken ist dann vorzuziehen, wenn sich damit wirtschaftliche Vorteile erzielen lassen, z.B. wenn die Zahl der Störsenken kleiner ist als die Zahl der Störquellen oder wenn der Filteraufwand an Störquellen aufgrund hoher Betriebsströme wesentlich größer ist als in Leitungen zu Störsenken, da diese meist kleinere Betriebsströme führen.

Leitungen, die die Störpegel externer Störquellen in ein Gerätegehäuse transportieren können, sind grundsätzlich an der Stelle zu filtern, an der die Leitung in das Gerätegehäuse eingeführt wird, um die Ausbreitung leitungsgeführter Störgrößen im Gerät zu vermeiden.

Passive Filter wirken in beide Richtungen, jedoch nicht notwendigerweise mit der gleichen Einfügdämpfung.

Zeigt sich bei der Dimensionierung von Filtern, dass diese aufgrund hoher Dämpfungsanforderungen oder hoher Betriebsströme sehr aufwendig oder voluminös werden, so ist zu prüfen, ob nicht durch eine andere, weniger aufwendige EMV-Maßnahme der Einfluss von leitungsgeführten Störgrößen vermindert und damit der Filteraufwand entsprechend reduziert werden kann. Im NF-Bereich können jedoch auch diese Maßnahmen aufwendig sein.

Zur Begrenzung von transienten Überspannungen werden Bauelemente mit spannungsabhängigen Widerstandswerten, wie z.B. Überspannungsableiter, Varistoren und Z-Dioden eingesetzt.

Überspannungsbegrenzende Bauelemente werden oft auch mit Filtern kombiniert (Kombinationsschaltungen).

Filters can either be used at the source of disturbance (reduced propagation of conducted disturbances) or at the sink of disturbance (increased immunity against conducted disturbances). If the location is not prescribed the following remarks shall be taken into account:

Filtering at sources of disturbance is to be preferred if coupling to further sinks (e.g. coupling between lines) becomes uncritical when preventing disturbances from propagation.

Filtering at sinks of disturbance is to be preferred if economic advantages can be achieved, for example, if there are fewer sinks than sources of disturbance, or if, due to high operational currents, filtering at sources is far more expensive than filtering lines leading to sinks since they will usually lead smaller operational currents.

As a principle, lines which may transport interference levels of external sources shall be filtered at the point where they enter the equipment casing in order to avoid the propagation of conducted disturbances in the equipment.

Passive filters act in both directions, however, not necessarily at the same insertion loss.

If very complex or voluminous filters were necessary due to high attenuation requirements or high operational currents, it shall be examined whether the influence of conducted disturbances and, as a result, the filter expenditure can be reduced by other, less complex EMC measures. However, in the low frequency range these measures may also be complex.

In order to limit transient overvoltages, components with voltage-dependent resistance values, such as surge arrestors, varistors and Z-diodes, are used.

Overvoltage limiting components are often combined with filters (combination circuits).

4.2 Filter

4.2.1 Allgemeines

Aus den in der EMV-Geräteanalyse ermittelten Daten geht hervor, wie hoch das Einfügungsdämpfungsmaß der Filter sein muss. Liegen solche Werte aus einer Analyse nicht vor, so ist an Entwicklungsmustern zu ermitteln, ob eine ausreichende Filterung der Störgrößen sichergestellt ist.

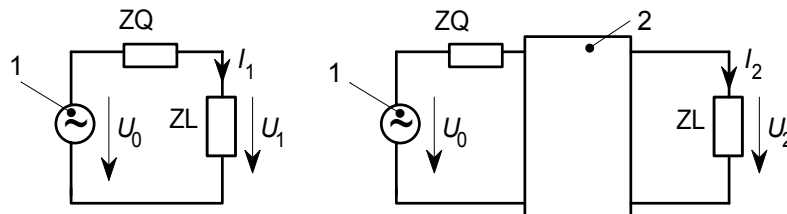
4.2.2 Eigenschaften und Kenngrößen

4.2.2.1 Allgemeines

Bezüglich der Eigenschaften und Kenngrößen soll hier zwischen der Filterung von sinusförmigen und impulsförmigen Störgrößen unterschieden werden.

4.2.2.2 Filterung sinusförmiger Störgrößen

Die Wirkung eines Filters wird mit Hilfe des Einfügungsdämpfungsmaßes beschrieben. Es ist frequenzabhängig und definiert als das logarithmische Verhältnis der Leistung, die ein Verbraucher bei unmittelbarer Speisung aus einer Stromquelle aufnimmt zu der Leistung, die er bei Zwischenschaltung dieses Filters aus derselben Stromquelle aufnimmt (siehe Bild 1).



Legende

- 1 Generator
- 2 Filter
- ZQ Impedanz der Quelle, $Z = Z_Q$
- ZL Lastimpedanz, $Z = Z_L$

4.1 Filters

4.2.1 General

The insertion loss of filters to be used results from the data obtained from an EMC equipment analysis. If such data from an analysis is not available it shall be verified by prototype testing that sufficient filtering of disturbances is ensured.

4.2.2 Characteristics

4.2.2.1 General

With regard to the characteristics of filters the following clauses differentiate between filtering of sinusoidal and pulse-type disturbances.

4.2.2.2 Filtering of sinusoidal disturbances

The effectiveness of a filter is described by its insertion loss. This value is frequency-dependent and is defined as the logarithmic ratio of the power that a load draws when it is directly connected to a power supply in relation to the power it draws from the same power supply when a filter is inserted (see figure 1).

Key

- 1 Generator
- 2 Filter
- ZQ Source impedance, $Z = Z_Q$
- ZL Load impedance, $Z = Z_L$

$$a_E / \text{dB} = 10 \lg \left| \frac{P_1}{P_2} \right| = 10 \lg \left| \frac{U_1 \times I_1}{U_2 \times I_2} \right| = 10 \lg \left| \frac{U_1^2 \times Z_L}{U_2^2 \times Z_L} \right| = 20 \lg \left| \frac{U_1}{U_2} \right|$$

Bild 1 — Definition des Einfügungsdämpfungsmaßes
Figure 1 — Definition of insertion loss

Für die Messung des Einfügungsdämpfungsmaßes wird standardmäßig $Z_Q = Z_L = 50 \Omega$ bevorzugt. Es ist zu beachten, dass beim Einsatz von Filtern in Stromkreisen mit undefinierten oder nicht bekannten Impedanzen (z.B. bei Stromversorgungsleitungen) die erzielte Einfügungsdämpfung von den auf 50Ω bezogenen Messwerten abweicht.

Der Einfluss der Impedanzen auf das Einfügungsdämpfungsmaß lässt sich aus den folgenden Bildern erkennen. Für das in Bild 2 dargestellte Filter, das auch einen Pfad eines Mehrleitungsfilters darstellen könnte, ist in Bild 3 das Einfügungsdämpfungsmaß, berechnet für verschiedene Impedanzen, dargestellt.

Eine weitere Verschlechterung des Dämpfungsverlaufs entsteht durch Gleichstromvorbelastung der induktiven Bauelemente mit Eisenkern.

Filter sind Netzwerke, die für Stromversorgungsnetze vorzugsweise aus L- und C-Bauelementen gebildet werden mit einem speziellen frequenzabhängigen Verlauf der Einfügungsdämpfung. Je nach der Form des Dämpfungsverlaufes unterscheidet man vier Filtercharakteristiken (siehe Bild 4).

Die Dämpfungseigenschaften von Filtern hängen auch von den frequenzabhängigen Impedanzen ab, mit denen die Filter nach dem Einbau abgeschlossen werden, z.B. mit den Impedanzen einer Quelle, Störsenke, des Stromversorgungsnetzes oder von Leitungen. Bild 5 zeigt Filtergrundsaltungen für verschiedene Quellen- und Lastimpedanzen.

For the measurement of the insertion loss the impedances $Z_Q = Z_L = 50 \Omega$ are preferred. It shall be taken into account that the insertion loss values obtained from measurement with 50Ω impedances differ from the values achieved when the filter is used in power supply circuits with undefined or unknown impedances (e.g. power lines).

The influence of the impedances on the insertion loss is shown in the following figures. Figure 3 shows the insertion loss of the filter presented in figure 2, which may also represent one path of a multi-line filter. The insertion loss was calculated for varying impedances.

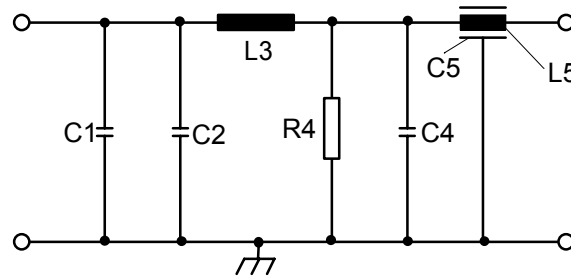
Further degradation of the attenuation curve results from DC reloading of the inductive components with iron core.

Filters are networks usually consisting of inductive and capacitive components and having a specific frequency-dependent insertion loss curve. Depending on the attenuation curve four different filter types are differentiated (see figure 4).

The attenuation characteristics of filters also depend on the frequency-dependent impedances with which filters are terminated after their installation, e.g. the impedances of a source of disturbance, a sink of disturbance, a power supply system, or line impedances. Figure 5 presents basic filter circuits for various source and load impedances.

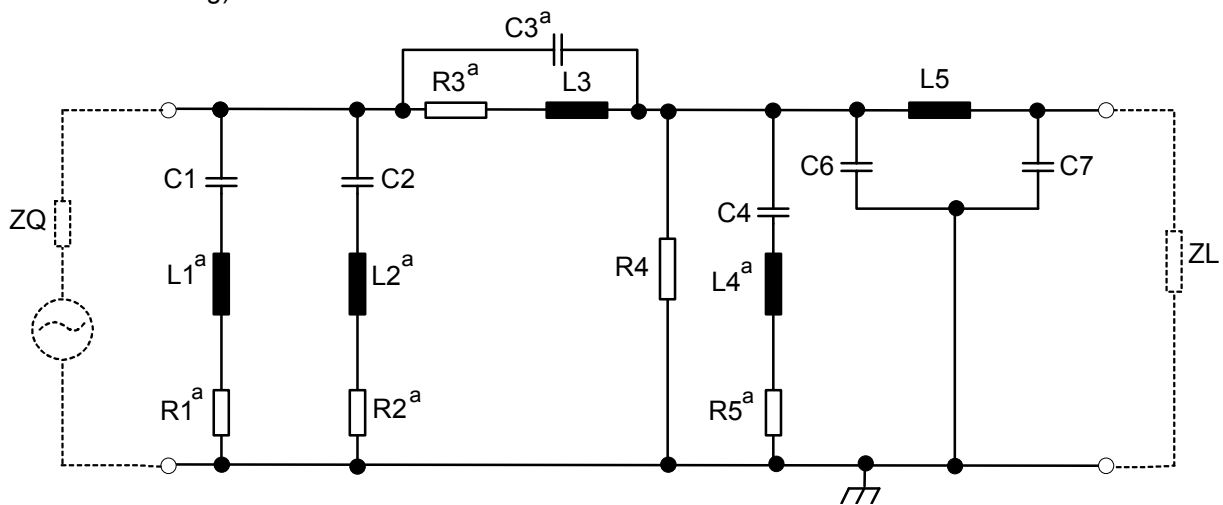
a) Schaltbild des Filters

a) Circuit diagram



b) Schaltbild zur Berechnung des Einfügungs-
dämpfungsmaßes (unter Berücksichtigung der
parasitären Bestandteile der Bauelemente
und der Schaltung)

b) Circuit diagram for the evaluation of the
insertion loss taking into account the parasitic
elements of the components and the circuitry



Legende

R1 Widerstand $R = 8 \text{ m}\Omega$
 R2 Widerstand $R = 13 \text{ m}\Omega$
 R3 Widerstand $R = 30 \text{ m}\Omega$
 R4 Widerstand $R = 270 \text{ k}\Omega$
 R5 Widerstand $R = 8 \text{ m}\Omega$
 ZQ Impedanz der Quelle
 L1 Spule $L = 70 \text{ nH}$
 L2 Spule $L = 50 \text{ nH}$
 L3 Spule $L = 890 \text{ }\mu\text{H}$
 L4 Spule $L = 70 \text{ nH}$
 L5 Spule $L = 13 \text{ nH}$
 ZL Lastimpedanz
 C1 Kondensator $C = 16 \text{ }\mu\text{F}$
 C2 Kondensator $C = 2 \text{ }\mu\text{F}$
 C3 Kondensator $C = 10 \text{ pF}$
 C4 Kondensator $C = 16 \text{ }\mu\text{F}$
 C5 Durchführungskondensator $C = C_5 = 2 \text{ }\mu\text{F}$
 C6 Kondensator $C = 0,5 \text{ }\mu\text{F}$
 C7 Kondensator $C = 0,5 \text{ }\mu\text{F}$

^a parasitäre Bestandteile der Bauelemente und der Schaltung

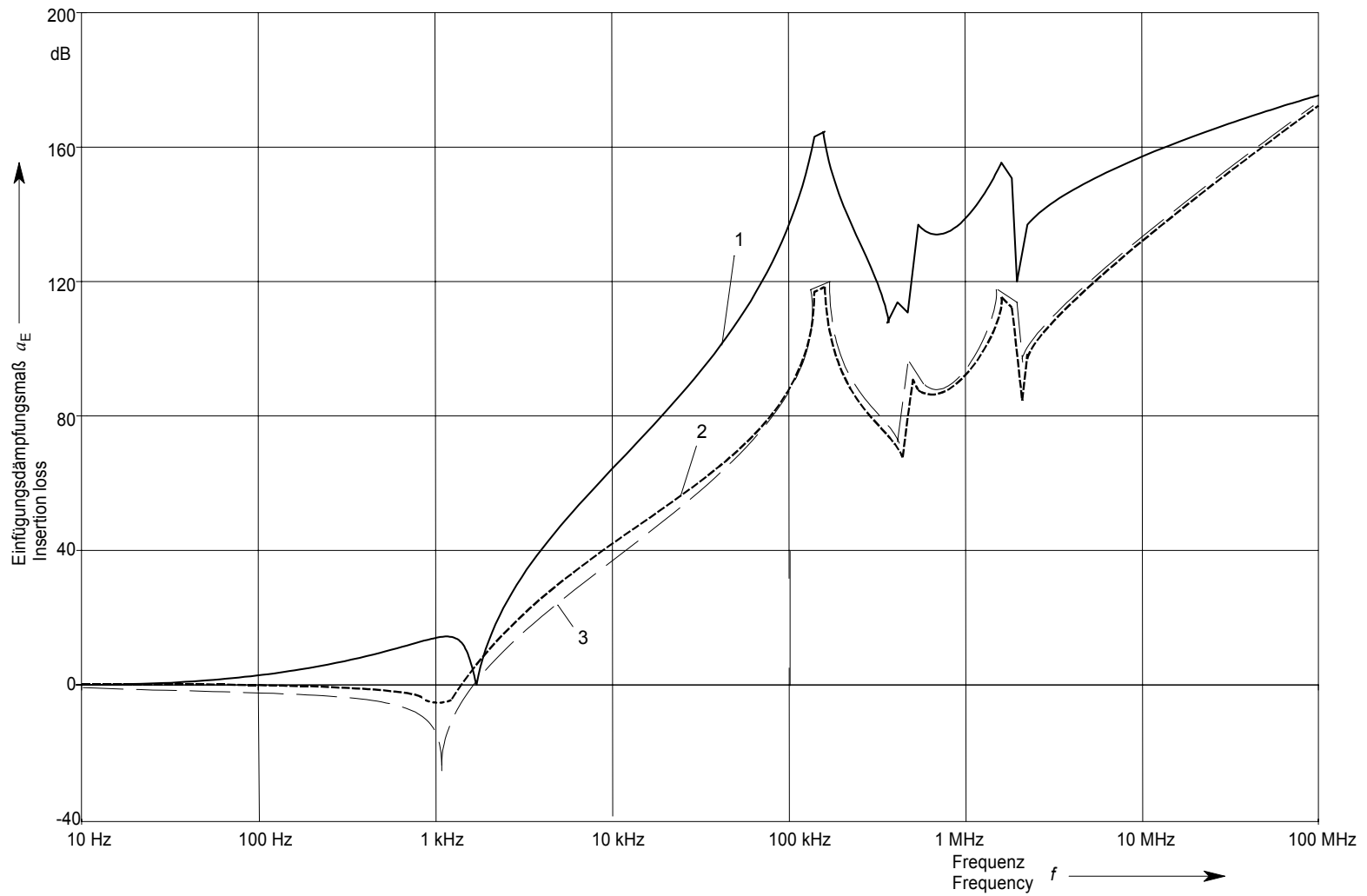
Key

R1 Resistor $R = 8 \text{ m}\Omega$
 R2 Resistor $R = 13 \text{ m}\Omega$
 R3 Resistor $R = 30 \text{ m}\Omega$
 R4 Resistor $R = 270 \text{ k}\Omega$
 R5 Resistor $R = 8 \text{ m}\Omega$
 ZQ Source impedance
 L1 Inductor $L = 70 \text{ nH}$
 L2 Inductor $L = 50 \text{ nH}$
 L3 Inductor $L = 890 \text{ }\mu\text{H}$
 L4 Inductor $L = 70 \text{ nH}$
 L5 Inductor $L = 13 \text{ nH}$
 ZL Load impedance
 C1 Capacitor $C = 16 \text{ }\mu\text{F}$
 C2 Capacitor $C = 2 \text{ }\mu\text{F}$
 C3 Capacitor $C = 10 \text{ pF}$
 C4 Capacitor $C = 16 \text{ }\mu\text{F}$
 C5 Through-feed capacitor $C = C_5 = 2 \text{ }\mu\text{F}$
 C6 Capacitor $C = 0,5 \text{ }\mu\text{F}$
 C7 Capacitor $C = 0,5 \text{ }\mu\text{F}$

^a parasitic elements of the components and the circuitry

Bild 2 — Beispiel für das Schaltbild eines Stromversorgungsfilters bei der Ermittlung der Einfügungsdämpfung

Figure 2 — Example of a circuit diagram of a power supply filter used for the determination of the insertion loss



Legende

- 1 Verlauf für $Z_Q = Z_L = 50 \Omega$
- 2 Verlauf für $Z_Q = 100 \text{ m}\Omega$ und $Z_L = 13 \Omega$
- 3 Verlauf für $Z_Q = 100 \text{ m}\Omega$ und $Z_L = 13 \Omega + j\omega 25,9 \text{ mH}$ ($\cos \varphi = 0,8$)

Key

- 1 Insertion loss for $Z_Q = Z_L = 50 \Omega$
- 2 Insertion loss for $Z_Q = 100 \text{ m}\Omega$ and $Z_L = 13 \Omega$
- 3 Insertion loss for $Z_Q = 100 \text{ m}\Omega$ and $Z_L = 13 \Omega + j\omega 25,9 \text{ mH}$ ($\cos \varphi = 0,8$)

Bild 3 — Einfügungsdämpfungsmaß des in Bild 2 dargestellten Filters, berechnet für verschiedene Impedanzen Z_Q und Z_L
Figure 3 — Insertion loss of the filter presented in figure 2 calculated for varying impedances Z_Q and Z_L