

**Puffernetzwerk BN 1701**  
**Buffer network BN 1701**



**Beschreibung:**

CISPR 17 beschreibt die Methoden zur Charakterisierung der Störunterdrückung von passiven Entstörfiltern. Im Wesentlichen kommen drei Messverfahren zur Anwendung:

- Einfügungsdämpfung
- Impedanzmessung
- S-Parameter Messung

Da Entstörfilter und diskrete Entstörmittel in der Regel keine koaxialen Anschlüsse haben, besteht ein Bedarf an geeignetem Messzubehör und reproduzierbaren sowie aussagekräftigen Messverfahren. In der internationalen Norm CISPR 17 sind daher Methoden und Hilfsmittel definiert, die es erlauben, verschiedene

**Description:**

*CISPR 17 describes Methods of measurement of the suppression characteristics of passive EMC filtering devices. The following three methods are mainly applied:*

- *Insertion Loss Measurement*
- *Impedance Measurement*
- *S-Parameter Measurement*

*Since EMC Suppression Filters do not come with coaxial connections there is a need for suitable measurement equipment to obtain reliable measurements. The international standard CISPR 17 includes several methods and measuring equipment which is useful to compare EMI suppression parts among each other and*

Entstörmittel untereinander zu vergleichen und von vorneherein zielgerichtete und wirkungsvolle Entstörmaßnahmen zu treffen. Auch im Standard MIL-STD-220 sind Verfahren zur Charakterisierung von Entstörmitteln enthalten.

Speziell zur Messung an Filtern werden Koppelnetzwerke (sog. Puffernetzwerke) benötigt, durch die dem Prüfling (DuT) der im Betriebsfall auftretende Strom aufgeprägt werden kann.

Allerdings darf das Puffernetzwerk die Messung nicht beeinflussen und es soll gleichzeitig die Messmittel vor Beschädigung durch den Prüfstrom schützen.

In der Regel wird sowohl am Eingang als auch am Ausgang des Prüflings je ein derartiges Puffernetzwerk benötigt. Realisiert werden diese Netzwerke durch L/C Hochpässe.

Für solch ein Puffernetzwerk haben sich auch die Begriffe „Bias Tee“ und „DC-Bias“ eingebürgert.

In der CISPR 17, Anhang D wird das im Bild 1 gezeigte Prinzipschaltbild vorgeschlagen.

C1 bildet den Trennkondensator zum Generator bzw. zum Pegelmessers. Seine Impedanz muss gerade bei tiefen Frequenzen im Verhältnis zum Systemwiderstand vernachlässigbar klein sein und er darf keine störenden Eigenresonanzen aufweisen.

Über die Induktivität L1 wird der Strom von der Belastungsquelle zum Prüfling geleitet. Die Impedanz der Spule muss im Testfrequenzbereich groß genug sein, um die Messung nicht zu verfälschen. C2 bildet eine HF-Abblockung, um keine Signalverkopplung über die Belastungsquelle zu bekommen.

*allows an efficient selection of appropriate EMI suppressor devices. The MIL-STD-220 also includes methods to measure the insertion loss of passive EMI filters.*

*Especially when measuring filters coupling networks (so called buffer networks) are required which are able to apply the current that occurs during regular operation to the device under test.*

*Nevertheless the buffer network may not influence the measurement and it is supposed to protect the measuring equipment from getting damaged by the test current injected.*

*Usually it is required to connect one buffer network each to the input and to the output of the device under test. The networks consist of L/C high pass filters.*

*Sometimes these buffer networks are called “BIAS Tee” or “DC BIAS” as well.*

*Within the standard CISPR 17 you can find the principle schematic in figure 1 in annex D.*

*C1 decouples the DuT from the generator respectively from the level meter. It's impedance has to be small in proportion to the system impedance especially at low frequencies and it must not show disturbing self-resonances.*

*The inductor L1 provides the current from the load source to the device under test. The impedance of the coil has to be big enough within the frequency range of the test set-up to prevent the measurement result from being distorted. The capacitor C2 blocks RF from the load source.*

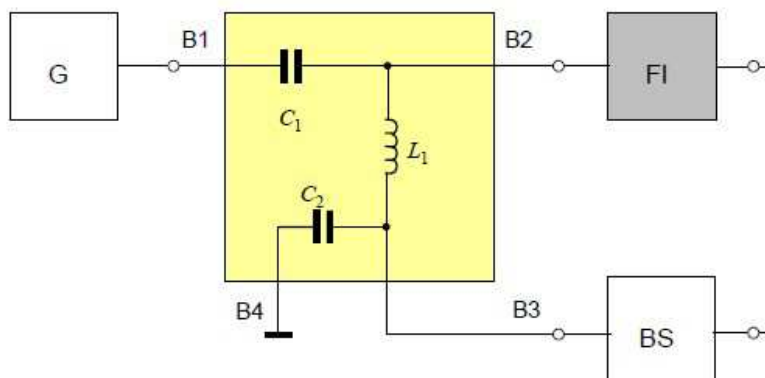


Bild 1: Prinzipschaltbild eines Puffernetzwerkes nach CISPR 17  
Fig. 1: Principle circuit diagram of a buffer network according to CISPR 17

Signalgenerator	G	Signal generator
Koppelkondensator für HF-Signale	C1	Coupling capacitor for RF-signals
Entkoppelkondensator für Stromquelle	C2	Decoupling capacitor for current source
Entkopplungsinduktivität	L1	Decoupling inductor
EMV-Filter (Prüfling)	FI	EMC-filter (DuT)
Belastungsstromquelle	BS	Load current source
Koaxialer Anschluss für Signalgenerator/ Messempfänger	B1	Coaxial connector for signal generator or EMI receiver
Anschluss für den Prüfling	B2	Terminal for the device under test
Anschluss für die Belastungsstromquelle	B3	Terminal for the load current source
Verbindung zum Bezugspotential	B4	Connection to reference ground

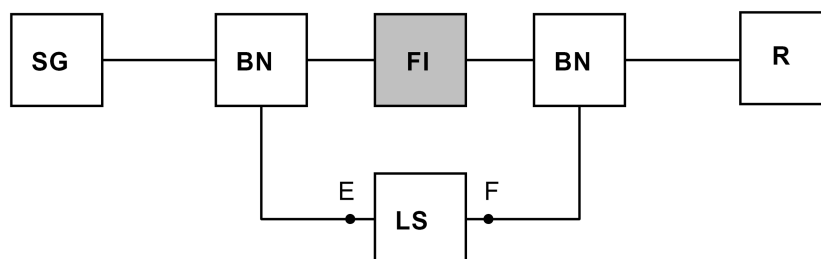


Bild 2: Typischer Messaufbau  
Fig. 2: typical test set-up

Signalgenerator	SG	Signal generator
Puffernetzwerk	BN	Buffer network
EMV-Filter (Prüfling)	FI	EMC filter (device under test)
Messempfänger	R	EMI receiver
Belastungsquelle	LS	Load source
Belastungsquellenanschlüsse	E/F	Connectors to load source

<b>Technische Daten:</b>		<b>Specifications:</b>
Frequenzbereich:	100 kHz – 30 MHz	<i>Frequency Range:</i>
Rahmendurchmesser:	50 mm	<i>Loop Diameter:</i>
Anschluss Prüfling:	6 mm Flügelklemme mit 4 mm Buchse/ <i>6 mm wing terminal including 4 mm banana jack</i>	<i>Connector DuT:</i>
Anschluss Einspeisung:	6 mm Flügelklemme mit 4 mm Buchse/ <i>6 mm wing terminal including 4 mm banana jack</i>	<i>Connector AE/BIAS:</i>
Messgeräteanschluss:	BNC 50 Ω	<i>Connector for measurement device:</i>
Zusatzdämpfung:		<i>Attenuation:</i>
Durchgangsmessung:	±0.5 dB	<i>Through:</i>
Messung 0,1 Ω nach Masse:	±1 dB	<i>Measured with 0.1 Ω to ground:</i>
Messung 100 kΩ in Reihe:	±1 dB	<i>Measured with 100 kΩ in series:</i>
Zulässiger Strom:	32 A	<i>Max. current:</i>
Max. Anschlussspannung:	250 VAC / 400 VDC	<i>Max. terminal voltage:</i>
Gewicht:	650 g	<i>Weight:</i>
Abmessungen inkl. Buchsen:	170 mm x 120 mm x	<i>Dimensions incl. connectors:</i>
L x B x H:	49 mm	<i>length x width x height</i>
Normengrundlage:	CISPR 17, Annex D2, D3	<i>According to standard:</i>

**Überprüfung der Einfügedämpfung:**

In der Norm CISPR 17 im Kapitel 5.4.3 werden drei Prüfungen jeweils mit offenen bzw. verbundenen Speiseanschlüssen der Belastungsstromquelle vorgegeben.

Die folgenden Prinzipschaltbilder verdeutlichen den Messaufbau für die drei Fälle.

In der Tabelle 1 sind die in der CISPR 17 geforderten Bedingungen an den Messaufbau enthalten.

Hinweise:

1. Die dort angegebenen Dämpfungswerte beziehen sich auf die Leerlaufspannung des Signalgenerators. Üblicherweise beziehen sich Pegelangaben von Signalgeneratoren bzw. Netzwerkanalysatoren auf den Pegel bei Abschluss mit der Systemimpedanz von  $50 \Omega$ . Die letzte Spalte der Tabelle zeigt die Dämpfungsangabe unter Berücksichtigung der Signalquellenbelastung mit seiner Nennimpedanz.
2. Die Stromquelle muss „schwebend“, (also isoliert von den Gerätemassen) eingespeist werden.

Die Überprüfung des Koppelnetzwerkes wird in der Norm CISPR 17 beschrieben. Dabei werden einmal zwei Koppelnetzwerke direkt miteinander verbunden und jeweils die Einfügedämpfung bei offenen Speiseklemmen und bei verbundenen Speisequellen gemessen. Bild 3 zeigt den Aufbau.

Der nächste Test sieht vor, als Prüfling einen  $0,1 \Omega$  Widerstand nach Masse zu schalten und ebenfalls die Einfügedämpfung bei offenen Speiseklemmen und bei verbundenen Speisequellen zu messen. Im Bild 4 wird der Messaufbau gezeigt.

Diese Messung ist praktisch jedoch nur bis etwa 500 kHz sinnvoll durchführbar, da bei höheren Frequenzen schon ein beträchtlicher Einfluß von unvermeidbaren Serieninduktivitäten das Ergebnis sehr stark verfälscht!

**Verification of the insertion loss:**

*Three measurements are specified in CISPR 17 chapter 5.4.3 in which the connectors of the load source are being left open or connected.*

*The following principle schematics illustrate the measurement set-up for each of the three cases.*

*Table 1 shows the circumstances for the test set-up required by CISPR 17.*

Note:

1. *The attenuation values stated there refer to the open circuit voltage of the signal generator. Normally level specifications of signal generators or network analyzers refer to the level when terminated with the system impedance of  $50 \Omega$ . The last column of the table shows the attenuation taking account the load of the signal source with its nominal impedance.*
2. *The current source has to be injected “floating” (which means isolated from the system ground).*

*The verification of the coupling network is described in CISPR 17. Therefore two couple networks have to get connected straight to each other and the insertion loss has to be measured once with AE connectors left open and once with an attached signal source. The test set-up is shown in fig.3.*

*For the next test the DuT is a resistor of  $0.1 \Omega$  connected to ground. Again the insertion loss has to be measured once with AE connectors left open and once with an attached signal source. The test set-up is shown in fig.4.*

*This measurement however is only practicable up to a frequency of 500 kHz because unavoidable series inductances of straight wires strongly affect the measurements.*

Bei der letzten Messung, wie im Bild 5 zu sehen, wird in Serie zu den Koppelpunkten ein 100 k $\Omega$  Widerstand geschaltet und wiederum die Einfügedämpfung bei offenen Speiseklemmen und bei verbundenen Speisequellen gemessen.

Bei dieser Messung ist einerseits ein Widerstand mit sehr kleinen parasitären Eigenschaften zu verwenden und andererseits zwischen den Koppelanschlüssen eine Abschirmung anzubringen.

Hinweis für die praktische Messung:

Ähnlich wie der eigentliche Prüfling verändert auch das Puffernetzwerk durch den Prüfstrom bzw. Betriebsstrom seine elektrischen Eigenschaften. Der Grund sind Sättigungseffekte des Ferritmaterials der Entkoppelinduktivität. Mit zunehmender Stromstärke wird die Induktivität kleiner. Dadurch verändert sich die Einfügedämpfung des Puffernetzwerkes.

Um diesen Effekt zu eliminieren wird, vor jeder Messung mit einem anderen Prüfstrom, empfohlen eine Messung der Einfügedämpfung nach Bild 3 durchzuführen. Moderne Netzwerkanalysatoren bieten die Möglichkeit die Messkurve elektronisch zu speichern und damit eine Normalisierung durchzuführen. Ansonsten würde, besonders bei niedrigen Frequenzen, dem Prüfling eine zu hohe Filterwirkung zugeschrieben.

*For the last measurement a 100 k $\Omega$  resistor has to be connected in series to the couple joints. Once more the insertion loss has to be measured with the AE connectors left open and once again with the connected source.*

*For this test set-up a resistor with very little parasitic capacitance has to be used and there has to be a shield between the couple joints.*

*Hint for the practical measurement:*

*Just the way the DuT changes its electrical properties when applying a test current the buffer network behaves similar. The reason therefore are saturation effects of the ferrite material of the coil. The higher the current is the lower the inductance gets. As a result the insertion loss of the buffer network changes.*

*To get rid of this effect it is advised to test the insertion loss according to fig.3 before doing a measurement with another level of test current. Recent network analyzers do have the possibility to save the measurement graph and normalize the device to it.*

*Otherwise the DuT would seem to have a better filter effect than it really has especially at lower frequencies.*

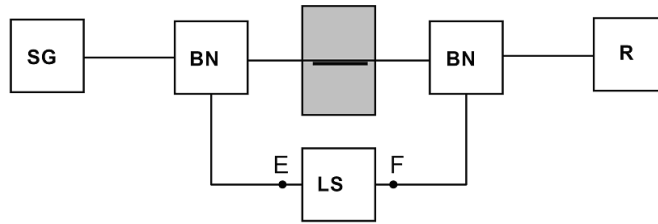


Bild 3: Überprüfung der Einfügedämpfung bei Durchgangsdämpfung (Durchführung)  
Fig. 3: Verification of the insertion loss (through)

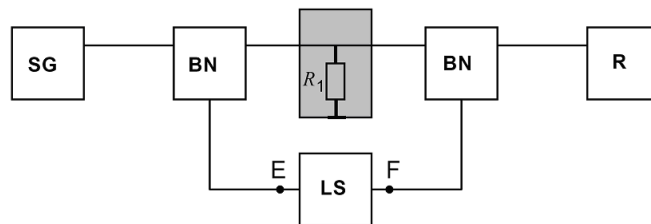


Bild 4: Eignungsnachweis des Messaufbaus mit 0,1 Ω nach Masse  
Fig. 4: Verification of the test set-up with a resistor of 0.1 Ω to ground

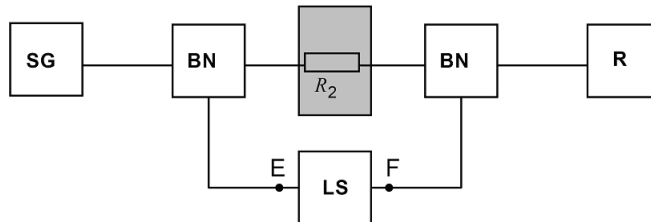


Bild 5: Eignungsnachweis des Messaufbaus mit 100 kΩ in Serie  
Fig. 5: Verification of the test set-up with a resistor of 100 kΩ in series

Prüfung Test		R	U2	U2/U0	U2/U0 korrigiert
Bild 3 Fig. 3	LS offen/ open	Durchführung Through	0.5 x U0	-6 dB ±0.5 dB	-0 dB ±0.5 dB
	LS Kurzschluss/ short				
Bild 4 Fig. 4	LS offen/ open	R1 = 0.1 Ω	0.002 x U0	-54 dB ±1 dB	-48 dB ±1 dB
	LS Kurzschluss/ short				
Bild 5 Fig. 5	LS offen/ open	R1 = 100 kΩ	0.0005 x U0	-66 dB ±1 dB	-60 dB ±1 dB
	LS Kurzschluss/ short				
Toleranz R1, R2: ±1%					

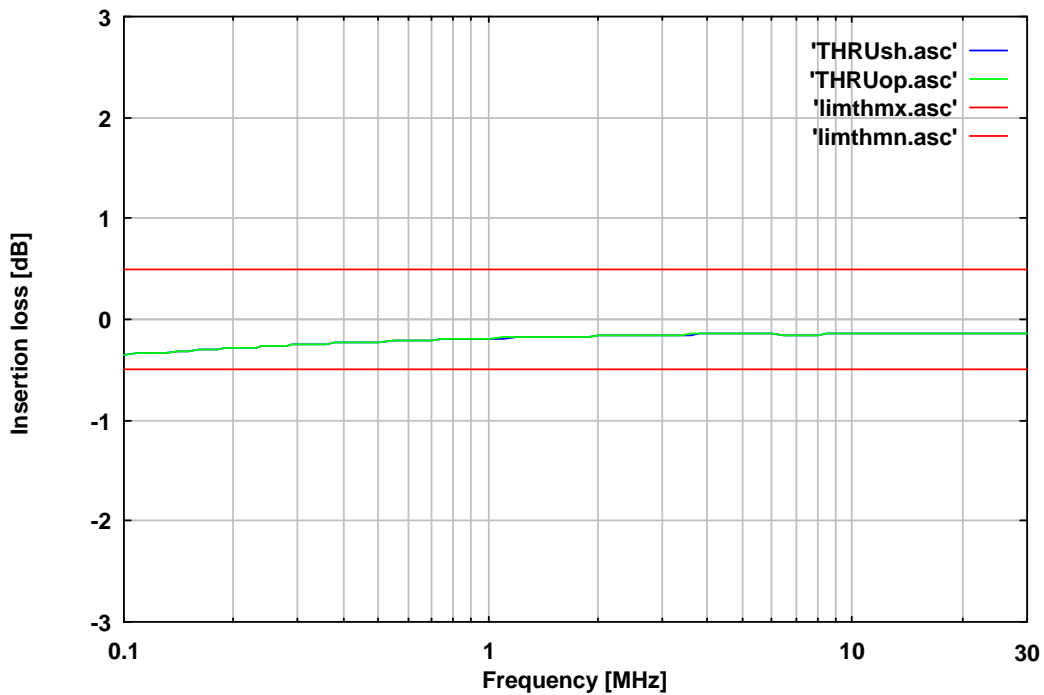


Bild 6: Einfügedämpfung beider Koppelnetzwerke Rücken an Rücken  
Fig.6: Insertion loss both coupling networks connected straight to each other

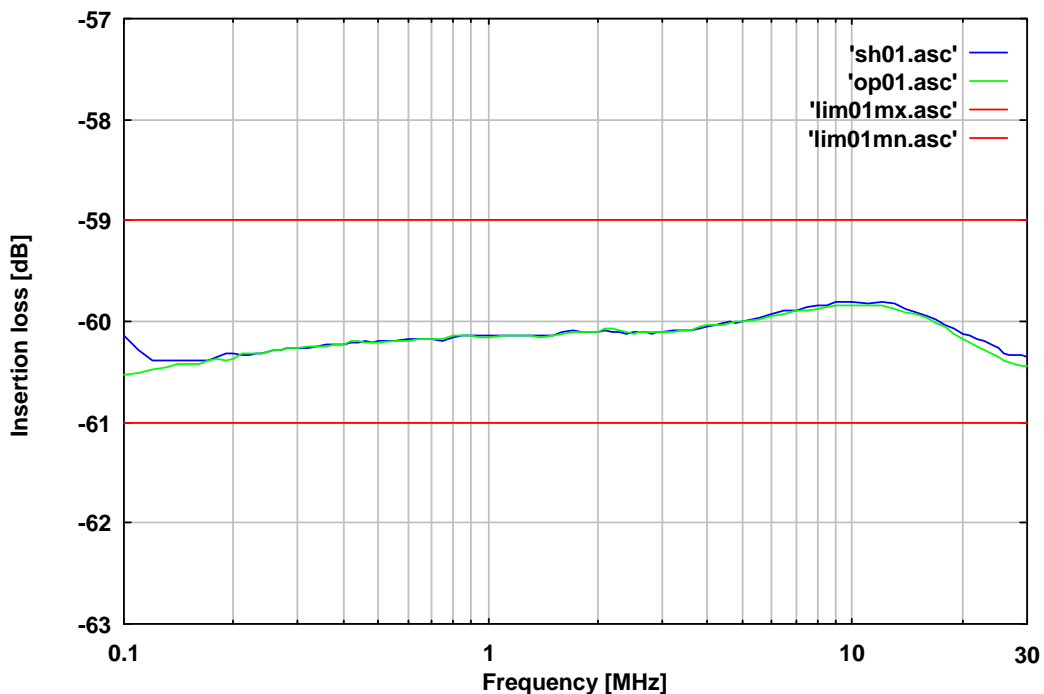


Bild 7: Einfügedämpfung mit 100 kΩ Serienwiderstand  
Fig.7: Insertion loss with 100 kΩ resistor in series



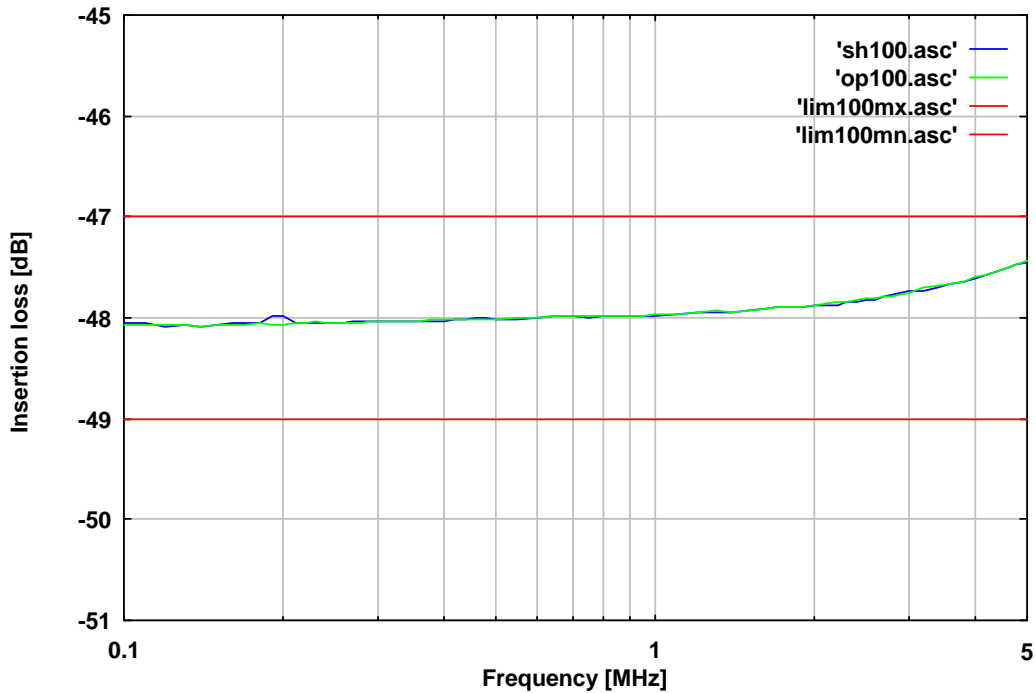


Bild 8: Einfügedämpfung mit 0,1  $\Omega$  Widerstand nach Masse  
 Fig.8: Insertion loss with 0.1  $\Omega$  resistor connected to ground