



**SCHWARZBECK**  
Mess-Elektronik

# NNHV 8123-200

Hochvolt-Netznachbildung  
*Single path high voltage AMN (LISN)*

100 kHz ... 150 MHz



**Handbuch**  
*Manual*

# SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

## Hochvolt-Netznachbildung NNHV 8123-200 Single path high voltage AMN (LISN) NNHV 8123-200



### Anwendung:

Die unsymmetrische, einpolige Hochvolt-Bordnetznachbildung NNHV 8123-200 nach CISPR 25 geplante Edition 4 bzw. BMW GS 95025-1 kann zum Messen der Störspannung im HF-VHF-Bereich von 0.1 MHz bis ca. 150 MHz auf geschirmten Leitungen im Bereich Elektromobilität (HEV, EV) verwendet werden. Für BCI-Tests ist ein externer 50  $\Omega$  Lastwiderstand erforderlich.

Die Nachbildungsimpedanz wird im Wesentlichen durch die Parallelschaltung einer Induktivität mit dem Eingangswiderstand des Messempfängers gebildet: 5  $\mu\text{H} \parallel 50 \Omega$ .

Die Netznachbildung ist für die paarweise Installation in einem Schirmgehäuse von Typ HVSE 8600 vorgesehen. Jede NNHV 8123-200 bildet einen Pfad. Es werden meist zwei Pfade für HV+ und HV- benötigt. Der Prüfling wird an der Klemme der Frontplatte angeschlossen. Die Speisung erfolgt auf der Rückseite. Der Schirm des HV-Kabels wird flächig mit der Durchführungsverschraubung des Schirmgehäuses HVSE 8600 verbunden.

Die zulässige Dauerstromaufnahme des Prüflings beträgt 200 A, kurzzeitig können über 280 A entnommen werden.

### Application:

*The main application of the unsymmetrical single path AMN (artificial mains network) NNHV 8123-200 is the measurement of interference voltage for electromobility purposes according to CISPR 25 edition 4 or BMW GS 95025-1 in the HF-VHF range 0.1 MHz – 150 MHz utilizing shielded cables. It can also be used for BCI tests using an external 50  $\Omega$  termination.*

*The impedance characteristics are basically realized by connecting an inductor in parallel with the input impedance of the measurement receiver: 5  $\mu\text{H} \parallel 50 \Omega$ .*

*The LISN has been designed to be installed into a shielded housing HVSE 8600 in pairs. Each NNHV 8123-200 can be used to measure one single path. To be able to measure HV+ and HV- 2 units are required. The device under test has to be connected to the terminal at the front panel. The supply voltage has to be connected at the back panel. The shield is connected to the HVSE 8600 feedthrough.*

*The device under test may drain a continuous current of 200 A and for a short period of time it may even drain more than 280 A.*

# SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

## Hochvolt-Netznachbildung NNHV 8123-200 Single path high voltage AMN (LISN) NNHV 8123-200

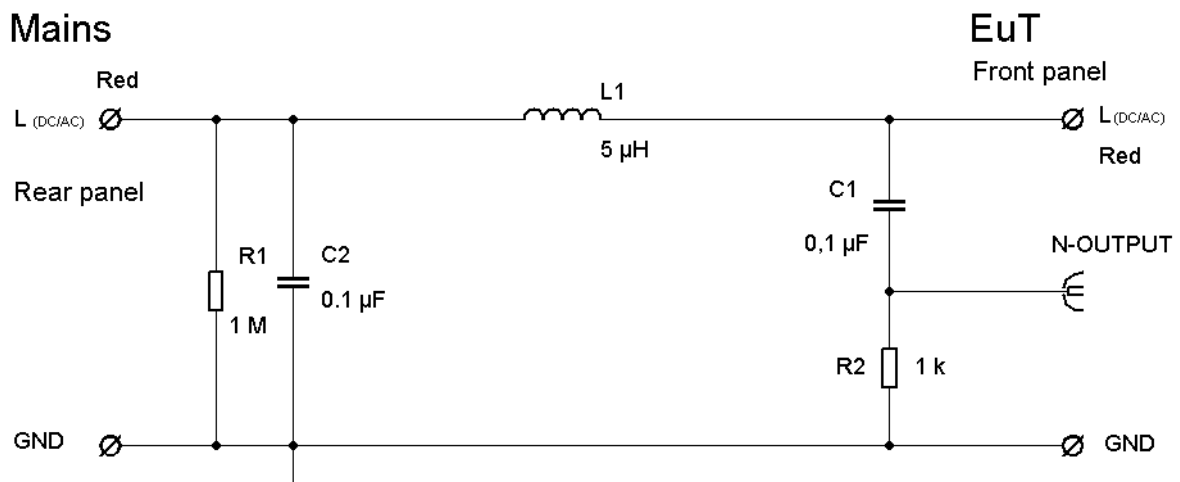
### Technische Daten:

Frequenzbereich:	0.1 – 150 MHz
Max. Dauerbetriebsstrom:	200 A
Max. Strom (kurzzeitig)	280 A
Max. Netzspannung (DC):	1000 V
Max. Netzspannung (50/60 Hz AC):	700 V <sub>rms</sub>
Max. Netzspannung (400 Hz AC):	300 V <sub>rms</sub>
Nachbildungs-Impedanz:	5 µH    50 Ω (+/- 10%)
Widerstand der Spulenwindung:	< 5 mΩ
Impedanz (50 Hz):	4.2 mΩ
Impedanz (400 Hz):	13 mΩ
Prüflingsanschluss:	Schraubklemme siehe Foto screw terminal, see foto
Klemmbereich HV-Kabel:	4 - 11 mm
Messanschluss:	N-connector
Abmessungen, Gehäuse(B x H x T):	160 x 165 x 210 mm
Gewicht:	3 kg

### Specifications:

Frequency range:
Max. cont. current:
Max. current (limited time)
Max voltage (DC)
Max. voltage (AC 50/60 Hz):
Max. voltage (AC 400 Hz):
Impedance:
DC-Resistance mains-EuT:
Impedance (50 Hz):
Impedance (400 Hz):
EuT connectors:
Clamping range HV-cable:
Measuring port:
Dimensions (W x H x D):
Weight:

Prinzipschaltbild der NNHV 8123-200  
Principle circuit diagram of the NNHV 8123-200



## Hochvolt-Netznachbildung NNHV 8123-200 *Single path high voltage AMN (LISN) NNHV 8123-200*

### **Störspannungsmessung nach CISPR 25**

Der Netzanschluss erfolgt auf der Rückseite. Der dort befindliche 0.1  $\mu$ F-Kondensator ist gegen Masse geschaltet. Der Prüfling wird an der Vorderseite angeschlossen. Die HF-Störspannung, die der Prüfling emittiert, wird an die N-Buchse ausgekoppelt, wo sie mit einem Messempfänger gemessen werden kann.

Für die Hin- und die Rückleitung ist jeweils eine eigenständige LISN (AMN) zu verwenden, die in einem Schirmgehäuse HVSE 8600 installiert werden kann. Die Hin- und die Rückleitung wird dann jeweils über die roten Klemmen der NNHV 8123-200 gelegt. Der nicht verwendete Messausgang muss mit 50  $\Omega$  abgeschlossen werden.

Die HF-Bezugsfläche wird bei beiden AMNs mit den GND-Klemmen verbunden. Die GND Verbindung fixiert die NNHV 8123-200 mechanisch im Schirmgehäuse HVSE 8600. Zur Durchführung von HV+ und HV- durch das Schirmgehäuse müssen die Leitungen schlank bleiben, der Einsatz von Kabelschuhen ist umständlich. Daher kommen Schraubklemmen zum Einsatz, die eine direkte Aufnahme des HV-Kabels ermöglichen. Die Schraubklemmen werden deshalb erst nach Durchführung durch das Schirmgehäuse angelegt. Ein Satz Schraubklemmen, d.h. ein Stück für die Vorderseite und ein Stück für die Rückseite gehört zum Lieferumfang jeder NNHV 8123-200. Die kurzen HF-Kabel um die Messausgänge mit den Durchführungen am Schirmgehäuse zu verbinden, gehören zum Lieferumfang des HVSE 8600.

### **Einkopplung von Störströmen mit einer Stromzange (BCI-Tests):**

Für Messungen mit eingespeisten Störströmen wird die NNHV 8123-200 zusammen mit geeigneten Stromzangen verwendet.

Eine ausreichend gute Luftzirkulation zur Unterstützung der Wärmeabfuhr wird angeraten. Der externe 50  $\Omega$  Abschluss muss außerhalb des Schirmgehäuses gut belüftet aufgestellt werden. Unter keinen Umständen darf die Luftzirkulation der Netznachbildung behindert werden, die Lochbleche an Deckel und Boden dürfen keinesfalls abgedeckt werden.

Bei der ersten Inbetriebnahme kann ein leichter Geruch von ausgasenden Lackdämpfen etc. entstehen, dann bitte für ausreichende Lüftung der Laborräume sorgen. Der entstehende Geruch lässt

### ***Interference voltage measurements acc. to CISPR 25***

*Mains is connected at the back side. The 0.1  $\mu$ F capacitor located at the backside is connected to ground. The device under test has to be connected to the front panel. The RF-interference voltage emitted by the equipment under test can be measured at the N-connector using an EMI receiver.*

*One LISN (that fits into a shielding enclosure HVSE 8600) has to be used for each path. The supply line has to be connected to the red terminal of one LISN and the return line has to be connected to the red terminal of the other LISN. The measurement port that is not being used at the moment has to be terminated with 50  $\Omega$ .*

*The RF-ground of both LISNs has to be connected to the GND-terminals. The GND connection with the massive brass wing terminals provides the mechanical and electrical connection to the housing HVSE 8600. To connect the inner conductor of the shielded cables with the red terminal of NNHV 8123-200 it is required to duct it through the outer housing at first. When the cable end is inside the housing the screw terminals are attached and the cables can be connected to NNHV 8123-200. Two pieces of screw terminals are within the scope of delivery of the NNHV 8123-200 series. The short RF-cables to connect the measurement outputs with the housing are within the scope of delivery of the shielded enclosure HVSE 8600.*

### ***Immunity tests with bulk current injection (BCI-tests):***

*The NNHV 8123-200 can be used for bulk current injection tests using suitable current injection clamps.*

*A sufficient air-circulation must be provided to avoid overheating of the LISN. Do not cover the LISN! The top and bottom hole-plates must not be covered to provide good air circulation. The external 50  $\Omega$  dummy load must be placed outside of the HVSE 8600 allowing good air circulation.*

*A light smell of coating and insulating material may appear in the first hours of operation, take care for not inhaling the emitted gas. The smell will disappear after some hours of operation at*



# SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

## Hochvolt-Netznachbildung NNHV 8123-200 *Single path high voltage AMN (LISN) NNHV 8123-200*

innerhalb von wenigen Stunden Betriebszeit nach.

Bei Einkopplung von Störgrößen kann unter Umständen eine Gefährdung durch hohe Feldstärken und Temperaturen (Brandgefahr!) auftreten, daher dürfen derartige Tests nur von fachlich qualifiziertem Personal durchgeführt werden. Die einschlägigen Sicherheitsvorschriften müssen beachtet werden.

Die eingekoppelte Störleistung wird in einem externen  $50 \Omega$  Abschlusswiderstand in Wärme umgewandelt. **Bitte wählen Sie die Belastbarkeit des Abschlusswiderstandes passend zur zu erwartenden HF-Störleistung!**

Bitte beachten: Die an den Prüflingsklemmen eingekoppelte HF-Leistung wird ungedämpft an die N-Buchse weitergeleitet, eventuell angeschlossene Messgeräte könnten zerstört werden!

### Hinweis:

Wegen hoher kapazitiver Ableitströme ist in der Regel ein Betrieb mit Fehlerstromschutzschalter in der Gebäudeinstallation (bzw. im Messlabor) **nicht** möglich. Entweder muss eine Sondersteckdose ohne FI-Schalter und entsprechender Beschriftung installiert oder ein 1:1 Netz-Trenntransformator eingesetzt werden.

In jedem Fall beachten:

**Die Netznachbildung muss vor dem Herstellen der Netzverbindung an Schutz Erde gelegt werden.** Anwender der Netznachbildung sind entsprechend einzuweisen.

### Unterschiede zur NNBM 8124 Reihe:

Die NNHV 8123 Reihe wird für geschirmte Hochvoltanwendungen im automotiv-Bereich eingesetzt. Für die Messung herkömmlicher Prüflinge, die mit ungeschirmten Kabeln am Niederspannungsbordnetz betrieben werden, ist die NNBM 8124 Reihe zu verwenden. Beide sind sich ähnlich, so werden beispielsweise die gleichen Induktivitäten von  $5 \mu\text{H}$  verwendet, Gehäuseabmessungen und Klemmenabstände so wie Durchmesser sind gleich. Somit können die gleichen Kalibrieradapter verwendet werden.

Die Unterschiede liegen in der Beschaltung am Eingang wo die NNHV 8123 nur  $0.1 \mu\text{F}$  verwendet (NNBM 8124:  $1 \mu\text{F}$ ). Somit fließen geringere Leckströme gegen Masse.

*high temperature.*

*During bulk current injection tests danger may arise by high field strengths and temperatures (fire hazard!), therefore these tests must be performed by qualified personnel only! The relevant safety precautions must be considered!*

*The power injected at the EuT-terminals is being converted to heat inside the external  $50 \Omega$  terminating resistor. **Please choose the power rating of the resistor according to the expected maximum of the RF-power!***

*Please note: The injected RF-power passes from the EuT-terminals directly to the N-connector without any attenuation. Eventually connected RF-measuring equipment may be damaged!*

### Notice:

*As the circuitry is according to CISPR 16 there are high ground currents. It is normally not possible to use a LISN on power lines with ground current safety switches (They disconnect power due to excessive ground current). Either a special power line outlet without ground current safety switch must be installed (warning label required!), or an isolating power line transformer 1:1 must be used.*

*In any case, **ground-connect LISN before connecting to power line.** Precise safety instructions must be provided to any user of the LISN.*

### Differences to the NNBM 8124 series:

*The NNHV 8123 is used for measurements on shielded DuTs in the automotive industry. Low voltage DuTs which are connected with unshielded cables are measured with the NNBM 8124 series. Both types use a  $5 \mu\text{H}$  inductor and the same diameter and distance of the terminals and the same housings. Existing calibration adapters can be used for both types of AMN - LV and HV.*

*The circuitry is different at the input where the NNHV 8123 uses only  $0.1 \mu\text{F}$  whilst the NNBM 8124 series uses  $1 \mu\text{F}$  capacitors. Thus leaking currents to ground are lower in case of the NNHV 8123.*

# SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

## Hochvolt-Netznachbildung NNHV 8123-200 *Single path high voltage AMN (LISN) NNHV 8123-200*

Im Gegensatz zur NNBM 8124 besitzt die NNHV 8123 keinen eingebauten schaltbaren Abschluss. Somit staut sich die Abwärme bei BCI-Tests nicht im Schirmgehäuse, sondern kann schadlos nach draußen geführt werden.

Die Klemmen der NNHV 8123 haben keine Gewinde. Sie sind mehrteilig um die Durchführung durch das Schirmgehäuse zu erlauben. Im Gegensatz dazu hat die NNBM 8124 Flügelklemmen.

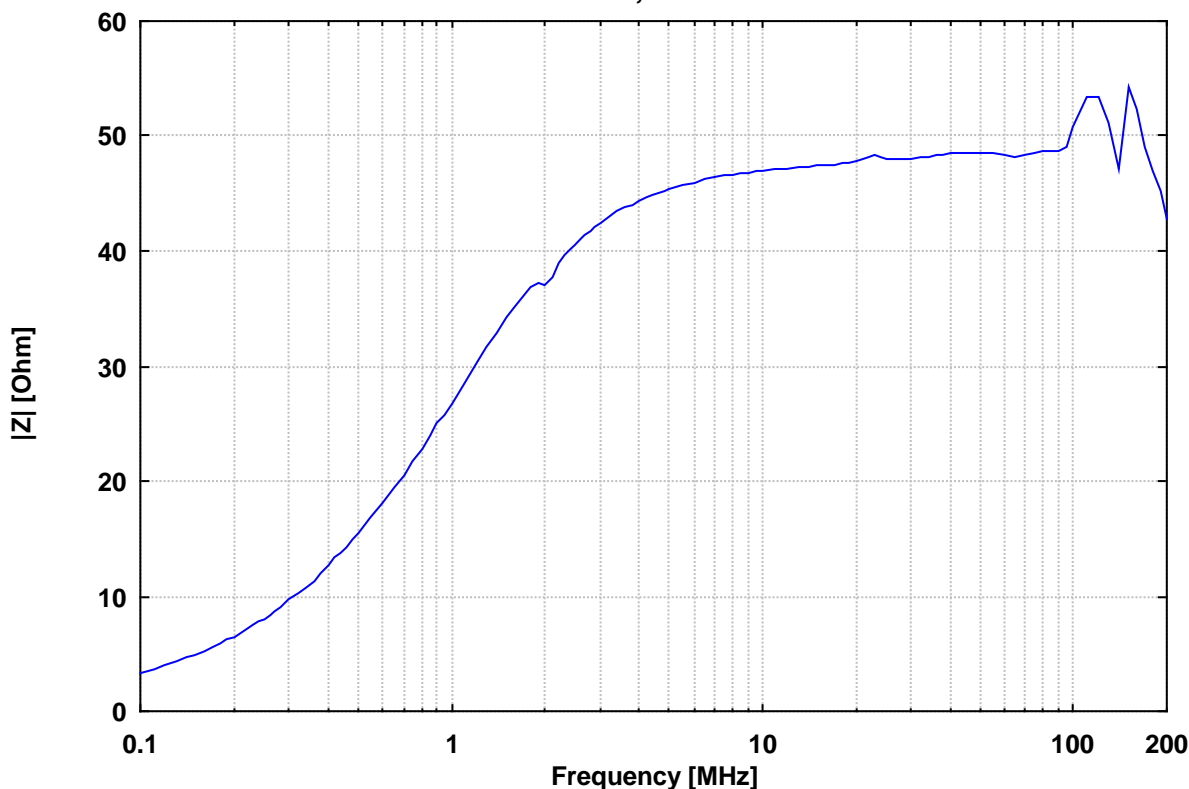
Die NNBM 8124 wird in der Regel ohne Schirmgehäuse betrieben um die Verhältnisse in ungeschirmten Bordnetzen zu simulieren. Die NNHV 8123 wird normalerweise im Schirmgehäuse NNHV 8600 betrieben, um die Eigenschaften eines geschirmten Bordnetzes zu simulieren.

*The NNHV 8123 series has no built in switchable termination as the NNBM 8124 series does. The immense heat dissipation caused by BCI testing can be kept outside the shielded housing in that way.*

*The terminals of NNHV 8123 have no threads. They consist of multiple parts to provide a possibility to duct the cables through the housing. The NNBM 8124 uses wing terminals.*

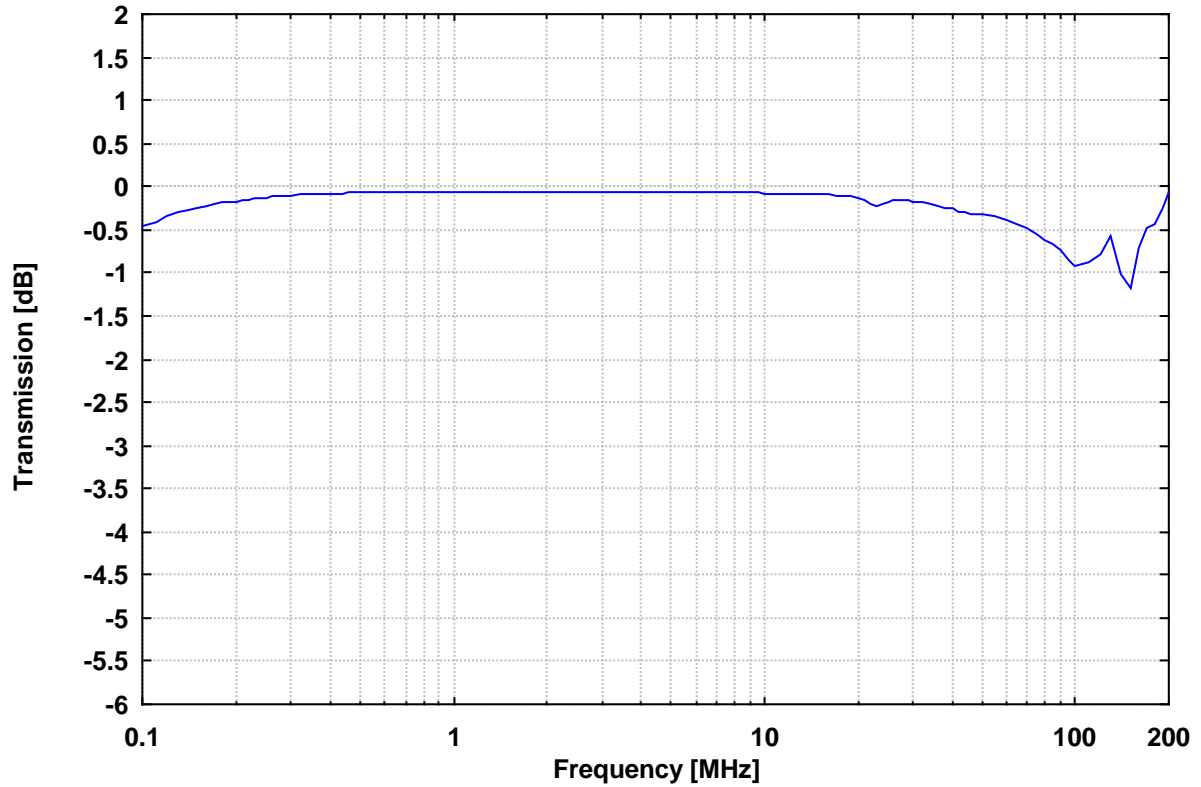
*NNBM 8124 is usually not put into a shielded housing whilst the NNHV 8123 must be installed in pairs in the shielded housing NNHV 8600 to simulate the properties of shielded HV-networks in EV or HEV.*

**Impedanz an den Prüflingsklemmen (Kalibrieradapter KA 8126 F HYB erforderlich),  
BNC mit 50  $\Omega$  Abschluss, Speiseklemmen kurzgeschlossen**  
***Impedance at EuT-Terminals (Calibration Adapter KA 8126 F HYB required),  
BNC-Port terminated with 50  $\Omega$ , mains terminals shorted***

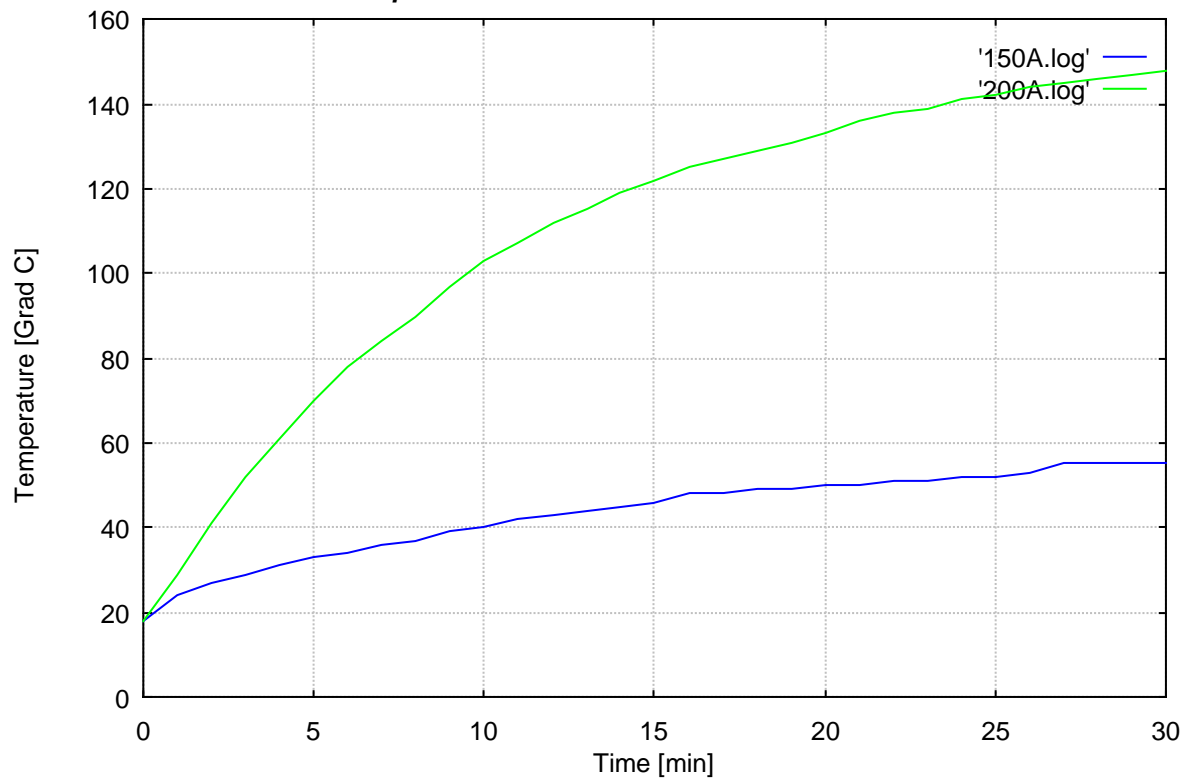


## Hochvolt-Netznachbildung NNHV 8123-200 Single path high voltage AMN (LISN) NNHV 8123-200

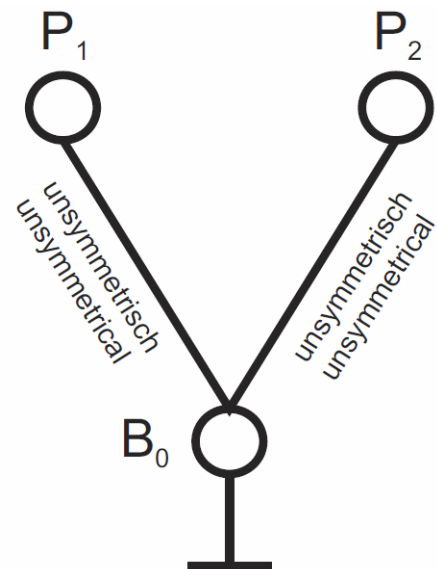
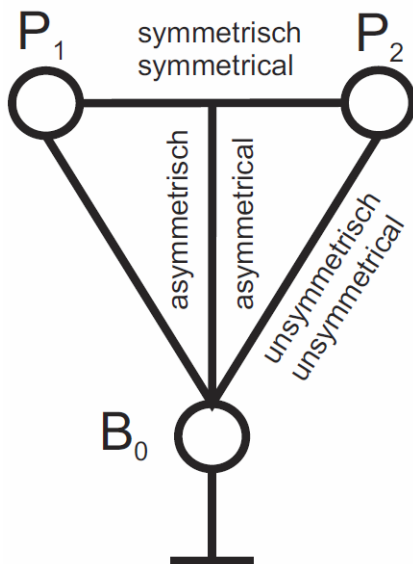
Spannungsteilungsmaß Prüflingsklemmen – N-Buchse (Spezialadapter erforderlich)  
*Voltage division ratio EuT-Terminals to N-connector (adapter required)*



Erwärmungskurven bei Dauerstrombelastung  
*Heat up characteristics at continuous currents*



## Einführung Netznachbildungen Introduction to LISNs



$P_1$   
 $P_2$   
 $B_0$   
 $P_1/P_2$   
 Mitte von  $P_1$  und  
 $P_2$  gegen  $B_0$   
 $P_1/B_0$  &  $P_2/B_0$

Prüflingsanschluss 1 (z.B. „N“)  
 Prüflingsanschluss 2 (z.B. „L1“)  
 Bezugsmasse, Chassis, Metallwand  
 Symmetrische Spannung  
 Assymetrische Gleichtaktspannung  
 Unsymmetrische Spannung

Terminal 1 of Equipment under Test i.e. “N”  
 Terminal 2 of Equipment under Test i.e. “L1”  
 Reference Earth Ground of test system  
 Symmetrical (differential) voltage  
 Center between P1 and P2 to B0:  
 asymmetrical common mode voltage  
 Unsymmetrical voltage (V-Network)



**Einführung:**

Netznachbildungen sind Ankoppelnetzwerke für Funkstör- und EMV-Messungen. Sie stellen „elektrische Weichen“ dar, die einen Prüfling mit weitgehend störfreiem Betriebsstrom versorgen und die am Prüfling entstehende (oder im EMV-Fall dem Prüfling zuzuführende) HF- oder Pulsspannung mit dem Messempfänger bzw. Generator über Koaxialkabel verbindet.

Ein wesentlicher Punkt ist die Darstellung einer vorgesehenen Impedanz, die der Prüfling an seinen Anschlüssen angeboten bekommt (z.B.  $150 \Omega$ ,  $50 \Omega \parallel 50 \mu\text{H} + 5 \Omega$ ,  $5 \mu\text{H} \parallel 50 \Omega$ ).

Im Fall eines zweipoligen Prüflings mit den Anschlüssen  $P_1$  und  $P_2$  sind zweipolige Netznachbildungen vorgesehen, die unterschiedliche Störspannungen abgreifen: Zwischen  $P_1$  und  $P_2$  kann eine symmetrische (Differenz-) Spannung anstehen, zwischen der elektrischen Mitte zwischen  $P_1$  und  $P_2$  und Bezugsmasse ( $B_0$ ) eine „asymmetrische“ oder Gleichtaktspannung. In der Störmesstechnik für Geräte ist meist die „unsymmetrische“ Störspannung zwischen  $P_1$  und Bezugsmasse  $B_0$  (oder  $P_2/B_0$ ) gesucht.

**Introduction:**

*Artificial Mains Networks/ Line Impedance Stabilization Networks are used for interference (EMI) and EMC measurements. They represent separating filters that supply an interference free AC/DC operating current to the equipment under test (EuT) and route r.f. or pulse signals from the EuT to the EMI test receiver (EMI work, conducted interference) or - in case of EMC susceptibility – from a generator to the EuT via coaxial cables.*

*An important requirement is to offer the EuT a well defined and standardized impedance across the EuT terminals (i.e.  $150 \Omega$ ,  $50 \Omega \parallel 50 \mu\text{H} + 5 \Omega$ ,  $5 \mu\text{H} \parallel 50 \Omega$ ).*

*In case of an EuT with two terminals  $P_1$  and  $P_2$  two-path LISNs are used. They can be designed for different measuring points: Between  $P_1$  and  $P_2$  the symmetrical or differential EMI voltage may be of interest. More important at higher frequencies is the “asymmetrical” or common mode voltage between the center of  $P_1$  and  $P_2$  potential to the reference round (system measurement earth ground). For the majority of equipment EMI measurement the interference voltage of either  $P_1$  or  $P_2$  against reference earth ground ( $B_0$ ) is of major interest.*

---

## **Störspannungen an den Klemmen eines Prüflings (Störquelle), symmetrisch, asymmetrisch**

### ***Interference voltage at the terminals of the EuT (source of disturbance), symmetrical, asymmetrical***

Die von einem Gerät (Prüfling, Störquelle) ausgehenden Störspannungen sind bei tiefen Messfrequenzen im Längst- und Langwellenbereich in der Regel „symmetrische Funkstörspannungen“, die zwischen den Netzadern als „Differenzspannung“ auftreten. Hier ist der erste Versuch einer Absenkung mit Kondensatoren zwischen den beiden Netzadern vorzunehmen. Solche Kondensatoren müssen netzwechselfest sein, sie heißen „X-Kondensatoren“. Für den ersten Versuch wird man mit Kapazitäten von 0,1  $\mu\text{F}$  bis 0,22  $\mu\text{F}$  beginnen.

Im Kurzwellenbereich dominieren die asymmetrischen oder „Gleichtaktspannungen“. Hier fließt ein Hochfrequenzstrom durch 2, 3 oder mehr Adern im gleichen Rhythmus, so, als ob es nur ein einziger Leiter wäre, durch den ein HF-Strom vom Prüfling über diese Leitung zur Erde oder zum „Gegengewicht“ einer ausgedehnten Leitung flösse.

Dabei ist die Umgebungskapazität des Prüflings das andere Ende einer Drahtantenne. Bei handgeführten Geräten (elektrische Handbohr- und Schleifmaschinen, aber auch Tastenfedern von Rechnern) ist ggf. eine Messung mit einer „künstlichen Hand“ durchzuführen. Beim Anfassen einer solchen handgeführten Maschine verbessert sich der Rückschluss zur Erde oder Umgebung mit der Folge ansteigender Störspannung an den Netzadern.

Hier handelt es sich auch um eindeutige Gleichtaktspannungen. Sie heißen auch asymmetrische Spannungen und können z.B. durch relativ kleine, stromkompensierte Ringkerndrosseln mit bifilarer oder getrennter Doppelwicklung in ihrer Auswirkung über den Störstrom in die Netznachbildung reduziert werden.

Sie heißen „stromkompensiert“, weil der Betriebsstrom für das Gerät durch die gleichsinnige Bewicklung des Ringkerns keine Magnetisierung bewirkt. Der „vorlaufende“ Strom hebt die Wirkung des „rücklaufenden Stroms“ auf.

Für die Differenzspannung ist eine solche bifilar

*The disturbance voltage emitted from a device under test (disturbance source) is normally a symmetrical disturbance voltage in the long-wave band at low measurement frequencies which occur as differential voltages between the line conductors. A first approach to reduce the disturbance voltage would be to use capacitors between the two line conductors. Such capacitors have to be able to withstand mains voltage and they are called “x-capacitors”. For the first try one would start with capacities of 0.1  $\mu\text{F}$  to 0.22  $\mu\text{F}$ .*

*Within the high frequency range the asymmetrical or common mode voltages are common. A high frequency current flows through 2, 3 or more leads in the same rhythm as if they were one single lead only through which a rf-current flows from the device under test to ground or to the “counterweight” of an extended cable.*

*The environment capacity of the equipment under test is the other end of a wire antenna. Hand driven tools (electric hand drills or grinding machines) might make it necessary to use an “artificial hand” for the measurement. This would improve the return flow to ground or to the surrounding causing a rising disturbance voltage at the line conductors.*

*This is also an obvious common mode voltage which is called asymmetrical voltage also. You can use pretty small current-compensated chokes with bifilar or divided double-windings to reduce the disturbance current to the LISN.*

*They are called „current-compensated“ because the operating current through the windings does not cause any magnetization due to the same winding direction. The current which runs “forward” neutralizes the impact of the current which runs “backwards”.*

*For the differential voltage such a bifilar winded*

bewickelte Drossel eine sehr kleine Impedanz. Die Induktivität kommt dagegen für den Gleichtaktstrom voll zur Geltung.

Ist der Störer in ein Metallgehäuse eingebaut, können auch Kondensatoren von jeder Netzader an das Gehäuse zur Absenkung asymmetrischer Störspannungen beitragen. Hier ist der maximal zulässige kapazitive Ableitstrom zu beachten, außerdem müssen diese Kondensatoren sehr hohen Anforderungen genügen (Berührungsschutz bei defektem Schutzleiter). Sie werden als „Y-Kondensatoren“ bezeichnet und sind meist nur je 2500 pF groß.

Wenn bei tiefen Frequenzen Probleme bestehen, kann eine Beschaltung mit Einzeldrosseln pro Ader notwendig werden. Da hier keine Stromkompensation vorliegt und der Kern magnetisch stark belastet wird, muss ggf. zu Stabkerndrosseln gegriffen werden. Da es um Frequenzen im Bereich unter z.B. 200 kHz geht, kommen Stabkerne aus Dynamoblech in Betracht. Solche Drosseln haben keine konstante und frequenzunabhängige Induktivität, sie nimmt mit wachsender Frequenz ab.

*choke has a very small impedance. The inductance has full impact to the common mode current though.*

*If the disturbance source is built into a metal case capacitors connected from each line conductor to the housing could be used as well to reduce asymmetrical disturbance voltage. The leakage current to ground has to be considered not to get too high. Besides that the capacitors have to meet very high requirements (contact safety when protective ground is broken). They are called “y-capacitors” and are mostly not bigger than 2500 pF.*

*If problems occur at low frequencies it might be necessary to put a choke in series to each wire. Since there is no current-compensation here and the core might be heavily loaded magnetically one might have to use rod core chokes. Since we are talking about frequencies below 200 kHz you could use dynamo plates. Such chokes do not have a constant and frequency independent inductance, it degrades with a rising frequency.*

## Netznachbildungen

Wie bereits geschildert, kommt der Netznachbildung die Aufgabe einer elektrischen Weiche zu. Sie muss auf dem Speisernetz vorhandene Fremdstörungen reduzieren, dem Prüfling eine genormte Impedanz anbieten und ihn mit der Betriebsspannung versorgen.

Aus den obigen Betrachtungen geht hervor, dass solche Netznachbildungen denkbar sind, die nur auf die symmetrische Komponente der Störspannung ansprechen oder andere, die nur auf die asymmetrische Komponente als Übertragungsvierpol reagieren.

Die heute meistbenutzten Netznachbildungen werden als „V-Netznachbildungen“ bezeichnet. Sie übertragen die unsymmetrischen Störspannungen zum Messempfänger. Jeweils eine Netzader wird über einen Trennkondensator oder einen Hochpassfilter zum Störmessempfänger durchgeschaltet, während die übrigen mit der vorgeschriebenen Nennimpedanz abgeschlossen werden.

Die Bezeichnung „V-Netznachbildung“ rührt daher, dass man sich die oberen Enden der Schenkel des Buchstabens „V“ als die beiden Netzadern vorzustellen hat und die untere Spitze als Bezugsmasse. Gemessen wird dann jeweils eine Ader gegen Masse. Eine solche Netznachbildung überträgt auch die symmetrische Störspannung zur Hälfte, da ja die halbe symmetrische Spannung an jedem der beiden V-Schenkel auftritt (-6 dB, jedoch am doppelten Nennwiderstand).

Da die asymmetrische Störspannung als Mittelpunktspannung der Verbindung der beiden Netzadern aufzufassen ist, wird diese zu Null bei strenger Symmetrie, im Gegensatz zur unsymmetrischen Spannung. Aus diesen beiden Spannungskomponenten lässt sich auch die symmetrische Spannung graphisch ermitteln oder errechnen, einfacher ist jedoch die Verwendung einer  $\Delta$ -Netznachbildung (Delta-Netznachbildung), die durch einen impulfesten Breitbandübertrager direkt die Messung der symmetrischen Komponente zulässt.

## Line Impedance Stabilization Networks

*As mentioned before a LISN acts as an electrically switch. It has to reduce the disturbance voltage coming from mains and offer standardized impedance to the device under test and supply power to it.*

*Considering the statements made above one could conclude that LISNs could be imaginable which react to the symmetrical part of the disturbance voltage only or other LISNs which react to the asymmetrical part of the disturbance voltage only as a quadripole.*

*The most common LISN nowadays is a „V-LISN“. They transmit unsymmetrical disturbance voltages to the EMI receiver. One line at a time is connected through a capacitor or a high pass filter to the EMI receiver while all the other lines are terminated with the standard impedance.*

*The term „V-LISN“ comes from the fact that the upper ends of the letter „V“ can be imagined as the two line conductors and the head at the bottom of the „V“ as reference ground. One line conductor at the time is being measured against ground then. Such a LISN transmits the symmetrical disturbance voltage halfway through since the symmetrical voltage occurs at each of the two legs of the „V“ (-6 dB but at the double nominal resistance).*

*Since the asymmetrical disturbance voltage has to be considered as the center voltage of the connection of the two line conductors it becomes zero at strict symmetry contrary to the unsymmetrical voltage. From these two voltage components the symmetrical voltage can be determined graphically or calculated but it would be easier to use a  $\Delta$ -LISN (Delta LISN), which allows to measure the symmetrical part of the disturbance voltage right through a impulse resistant broadband transformer.*

# SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

## Neue Anforderungen an Netznachbildungen gem. CISPR 16-1-2 New LISN requirements acc. to CISPR 16-1-2

### Einführung

Die Norm CISPR 16-1-2 wurde in Bezug auf die Anforderungen an V-Netznachbildungen kürzlich überarbeitet. Bislang wurde lediglich der Betrag der Nachbildungsimpedanz an den Prüflingsklemmen und das Spannungsteilungsmaß gemessen. Neuerdings wird sowohl Betrag als auch Phase der Nachbildungsimpedanz gefordert. Zusätzlich wurde das Meßverfahren für das Spannungsteilungsmaß vereinheitlicht. Darüberhinaus wurden Anforderungen für die Entkopplung vom Speisernetz definiert. Im Regelfall erfüllen bereits auch ältere Schwarzbeck-Netznachbildungen der Baureihen NSLK,>NNLK und>NNBM die neu eingeführten Anforderungen. Die Netznachbildungen der>NNBL-Reihe wurden entsprechend dem MIL STD 461 entwickelt. Die Entkopplungsanforderungen aus CISPR 16-1-2 sind nicht auf die>NNBL-Modelle anwendbar.

### Messung der Impedanz an den Prüflingsklemmen

Die Messung der Nachbildungsimpedanz an den Prüflingsklemmen erfolgt grundsätzlich in Anlehnung an CISPR 16-1-2. In den meisten Fällen werden vektorielle Netzwerkanalysatoren in koaxialer 50  $\Omega$ -Technik benutzt, da diese Geräte wesentliche Vorteile in der Genauigkeit, Geschwindigkeit, Handhabung und Darstellung der Messwerte bieten. Die Kalibrierung des Netzwerkanalysators erfolgt üblicherweise mit 3 Kalibrierstandards (Leerlauf, Kurzschluß, 50  $\Omega$ -Abschluß) im interessierenden Frequenzbereich. Von besonderer Bedeutung ist die Verwendung eines geeigneten Kalibrieradapters, der bei möglichst geringer Länge den wellenwiderstansgerechten Übergang vom koaxialen Leitungssystem auf die Prüflingsklemmen der Netznachbildung erlaubt. Ungeeignete Adapter führen in der Regel zu scheinbar höheren Impedanzen ab etwa 10 MHz. Für alle Schwarzbeck-Netznachbildungen sind spezielle Adapter verfügbar, die präzise Messungen der Nachbildungsimpedanz nach Betrag und Phase erlauben.

Die folgenden Diagramme zeigen die Nominalwerte der Nachbildungsimpedanz der verschiedenen Netznachbildungstypen nach Betrag (blaue Kurven) und Phase (grüne Kurven). Der erlaubte Toleranzbereich beträgt +/- 20% für den Betrag und +/- 11.5° für die Phase der Impedanz.

### Introduction

*The requirements for V-LISNs (also sometimes called AMN, artificial mains network) published in the standard CISPR 16-1-2 has been updated recently. Previously there were only requirements for the magnitude of impedance at the EuT-terminals, no precise method to measure the Voltage Division Factor was given. The recent edition of CISPR 16-1-2 requires the EuT-impedance in magnitude and phase. A detailed description of the measurement method to determine the Voltage Division Ratio was also added. Finally the decoupling from mains was specified. Usually even older Schwarzbeck-LISN types of NSLK-,>NNLK- and>NNBM-series will meet the new requirements. LISN models of the>NNBL-series are designed according to MIL STD 461. The decoupling requirements of CISPR 16-1-2 are not applicable to>NNBL-models.*

### Measurement of the Impedance at the EuT-Terminals

*The measurement of the AMN-Impedance at the EuT-terminals is generally performed according to the method described in CISPR 16-1-2. Vector network analyzers in 50  $\Omega$ -technique are the commonly used instrumentation because of their measurement speed, accuracy, data presentation and accuracy. The calibration of the network analyzer is usually done with 3 calibration standards: Open, Short and 50  $\Omega$ -Match in the frequency range of interest. The use of a suitable calibration adapter, which provides the transition from coaxial transmission line to the LISN-terminals in a short and impedance-true way, is essentially. Usually unsuitable adapters lead to seemingly higher impedance measurement results, especially above 10 MHz. There are dedicated adapters for all Schwarzbeck LISN types available, which allow precise measurements of the LISN's impedance in magnitude and phase.*

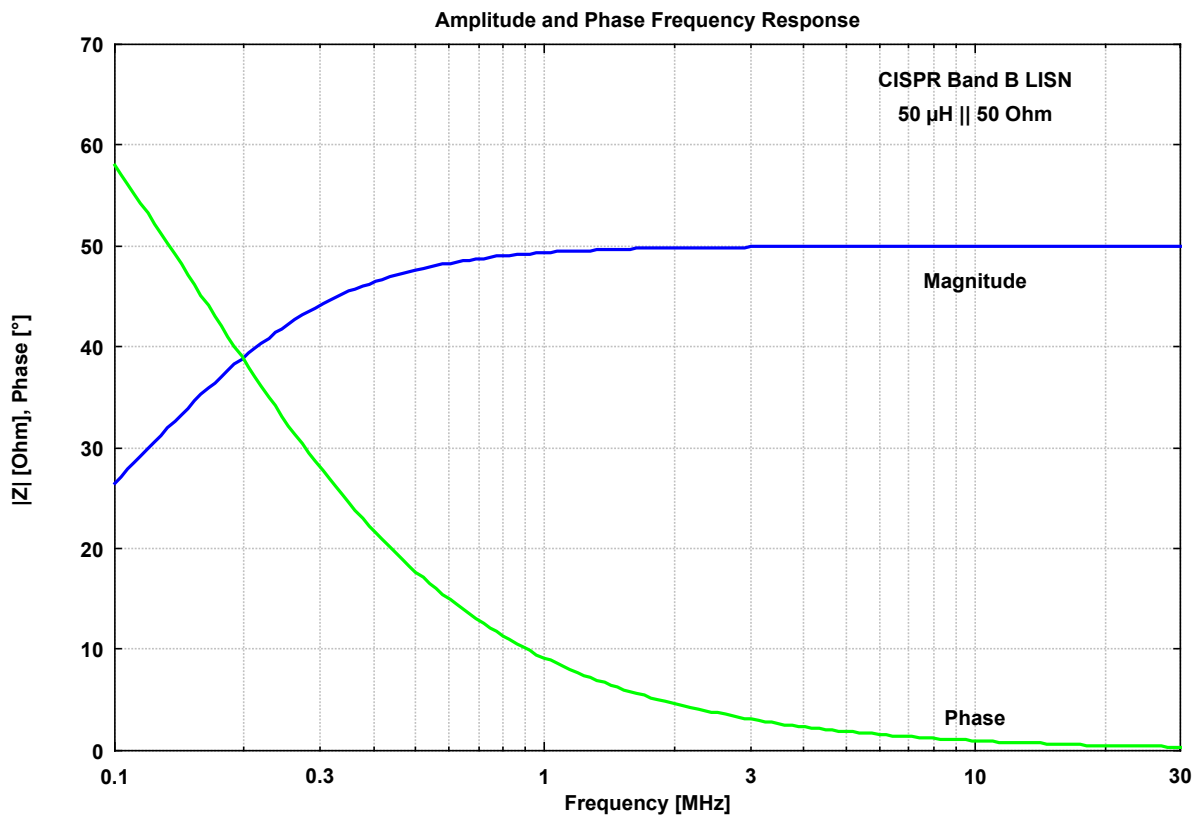
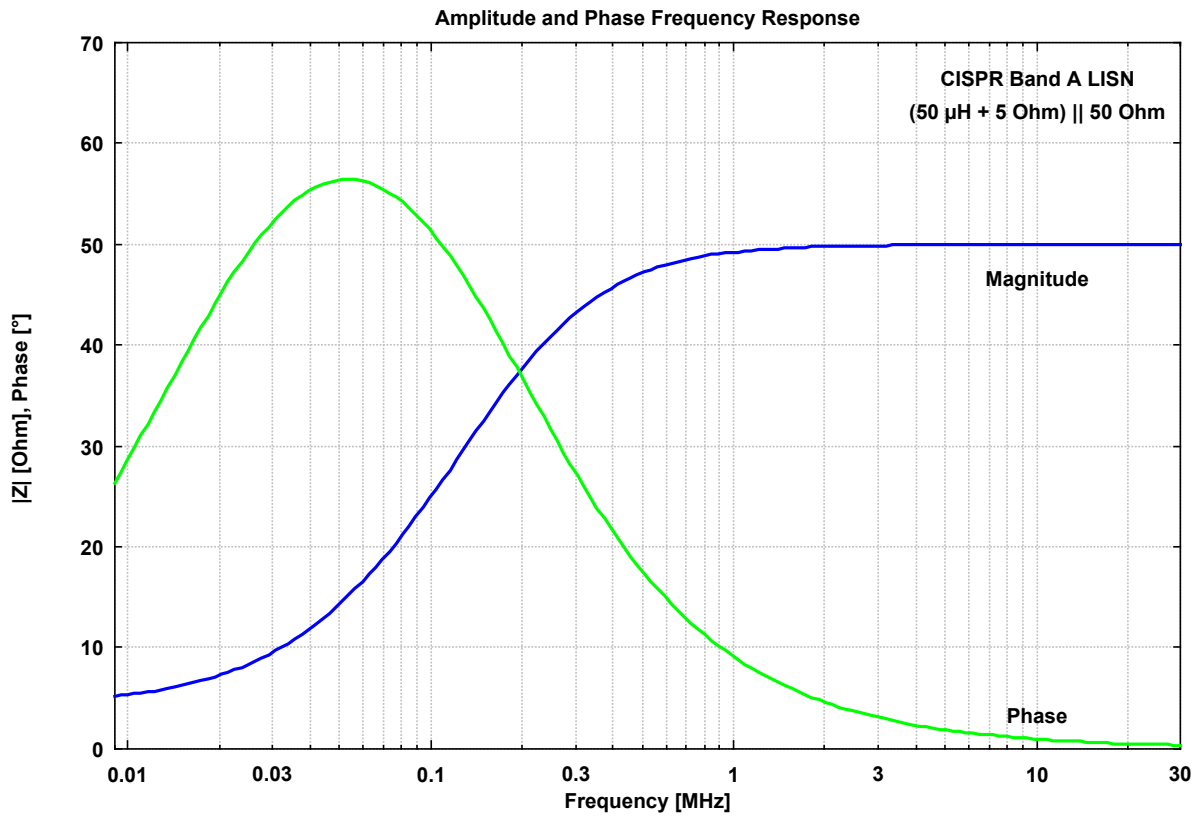
*The following diagrams show the nominal values of the LISN impedance for several CISPR bands in magnitude (blue curves) and phase (green curves). The allowed tolerance margin for the magnitude is +/- 20 %, for the phase +/- 11.5°.*



# SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

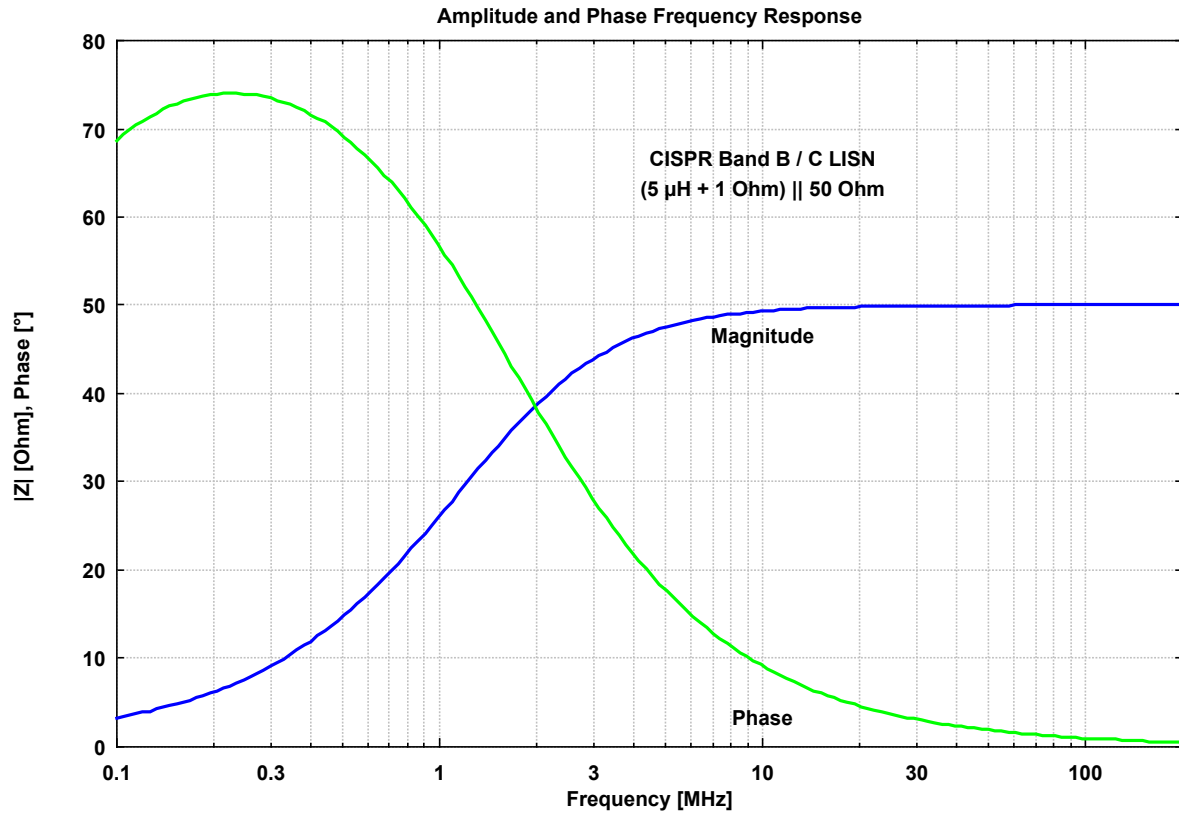
Neue Anforderungen an Netznachbildungen gem. CISPR 16-1-2  
New LISN requirements acc. to CISPR 16-1-2



# SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

Neue Anforderungen an Netznachbildungen gem. CISPR 16-1-2  
New LISN requirements acc. to CISPR 16-1-2



# SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

## Neue Anforderungen an Netznachbildungen gem. CISPR 16-1-2 New LISN requirements acc. to CISPR 16-1-2

### Messung der Netzentkopplung / Isolation

Die Erfüllung der Entkopplungsbedingung ist in der Regel für alle NSLK und NNLK-Typen gegeben. Falls dies kundenseitig verifiziert werden soll, sind einige wichtige Randbedingungen zu beachten, um brauchbare Messergebnisse zu erhalten. Die Messung der Entkopplung erfolgt grundsätzlich entsprechend den Vorgaben aus CISPR 16-1-2, d.h. sowohl Generator als auch Empfänger arbeiten im 50 Ohm System. Da die netzseitigen Klemmen der Netznachbildungen in der Regel nicht über einen hochfrequenztauglichen Masseanschluß verfügen, entstehen beim Übergang vom Koaxialkabel auf die Netznachbildung Mantelströme, die das Messergebnis um bis zu 20 dB verfälschen können! Diese Mantelströme verkoppeln auf unvorhersehbare Weise mit den Kabeln, die an der Prüflingsseite angeschlossen sind und führen dadurch zu gravierenden Fehlmessungen. Meist treten diese Mantelströme bei Frequenzen über 5 MHz auf, am stärksten sind sie in der Regel von 10-30 MHz ausgeprägt. Diese Verkopplungen sind sehr stark abhängig von der Lage und Länge der verwendeten Koaxialkabel. In ungünstigen Fällen kann dies dazu führen, daß eine Netznachbildung scheinbar zu wenig Entkopplung vom Netz aufweist, obwohl in Wirklichkeit eine Reserve zum geforderten Wert von mehr als 15 dB vorliegt. Um diese unerwünschten Mantelströme zu unterdrücken, ist die Verwendung einer Mantelstromsperre auf der Netzseite dringend anzuraten. Auf der Prüflingsseite ist keine Mantelstromsperre erforderlich, weil hier in der Regel ein geeigneter Masseanschluß in unmittelbarer Nähe der Prüflingsklemme vorhanden ist.

Die folgenden Seiten zeigen eine Reihe von Messungen der Isolation / Netzentkopplung verschiedener Schwarzbeck-Netznachbildungen. Dabei beziehen sich die Dateinamen mit einem "e" auf die Prüflingsklemmen (blaue Kurven), die Dateinamen mit einem "r" auf den Koaxialanschluß der Netznachbildung (grüne Kurven).

### Measurement of Isolation from Mains / Decoupling

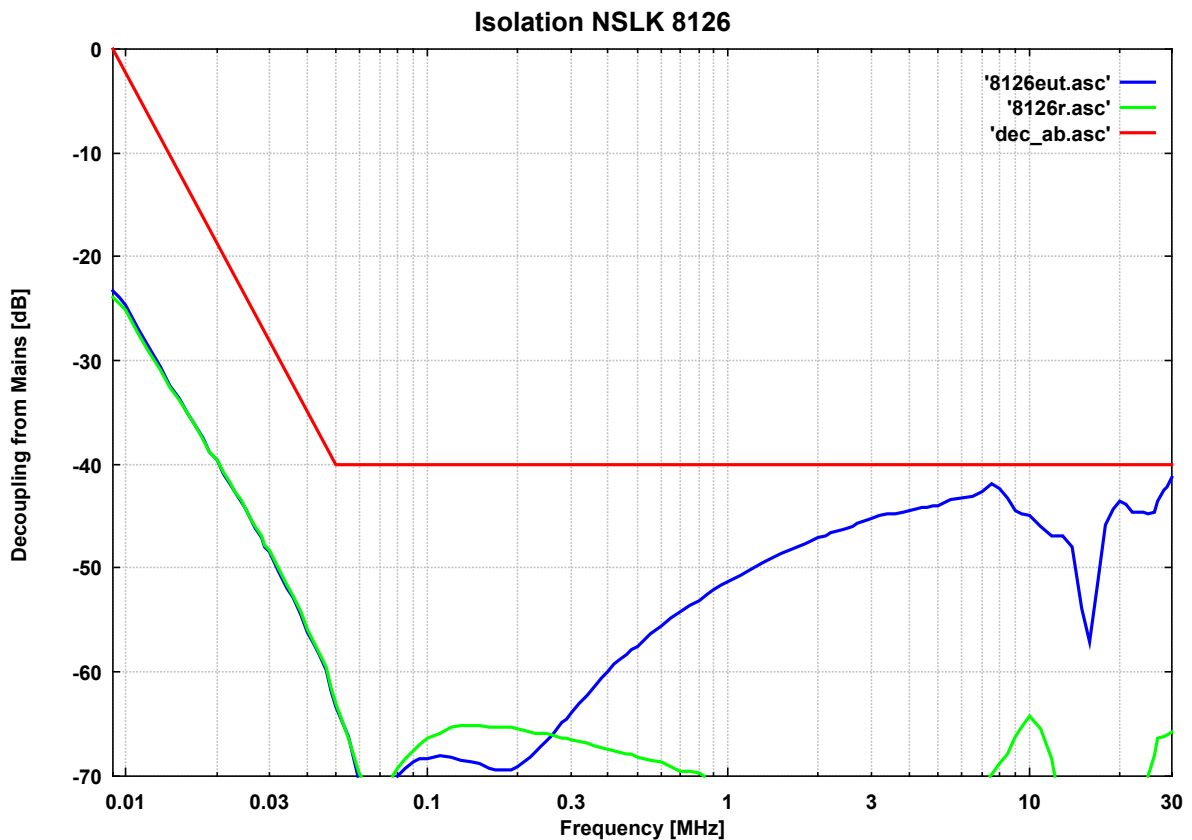
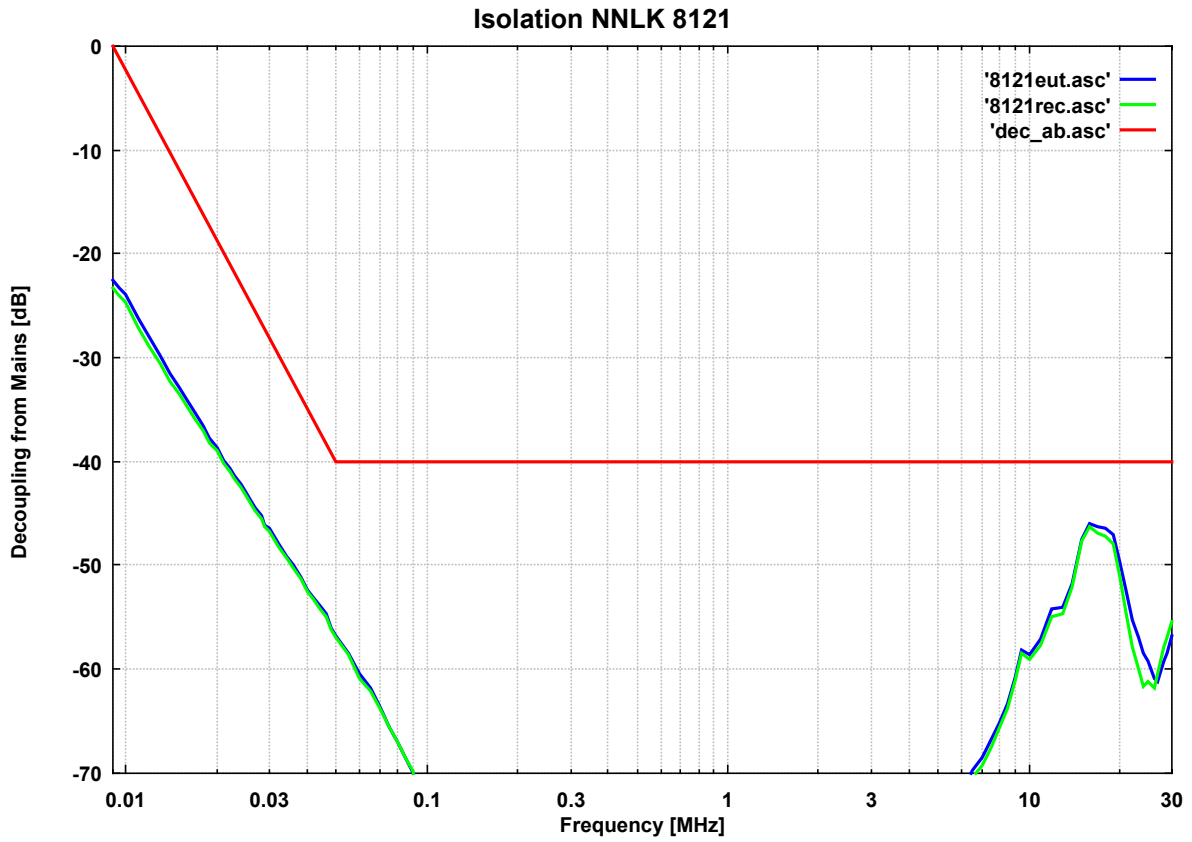
*The NSLK- and NNLK-LISN do usually fulfill the isolation requirements from mains. If there is a need to verify this isolation condition, some important things should be considered to obtain useful results. Generally the isolation measurement should be carried out as described in CISPR 16-1-2, i.e. both signal source and load should operate in the 50 Ohm system. Because of the fact that the mains terminals usually do not come with a RF-capable ground connection, unwanted braid currents are generated at the transition from coaxial cable to LISN terminals. These braid currents are existing on the outer conductor of the coaxial cable and can disturb the measurement results up to 20 dB typically! The unwanted braid currents are coupling in an unpredictable way to the cables connected at the EuT-side of the LISN, which may lead to significant measurement errors during the isolation measurement. In most cases the braid currents appear at frequencies above 5 MHz, their strongest influence can usually be seen between 10 and 30 MHz. The mutual coupling strongly depends on the position and length of the cables in use. In some cases this effect causes a fail condition in the LISN isolation from mains, although the LISN itself has a margin of more than 15 dB compared to the requirement from the standard. In order to suppress the unwanted braid currents, the use of a suitable ferrite braid choke at the mains terminal is strongly recommended. At the EuT-terminal side there is no need for a ferrite braid choke, because suitable RF ground terminals are provided nearby the terminal.*

*The following pages show some measurements of the Isolation from Mains of a variety of Schwarzbeck LISN. The plots with an "e" in the filename indicate measurements at the EuT-terminals (blue curves), the plots with an "r" in the filename indicate measurements at the coaxial output (receiver port, green curves) of the LISN.*

# SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

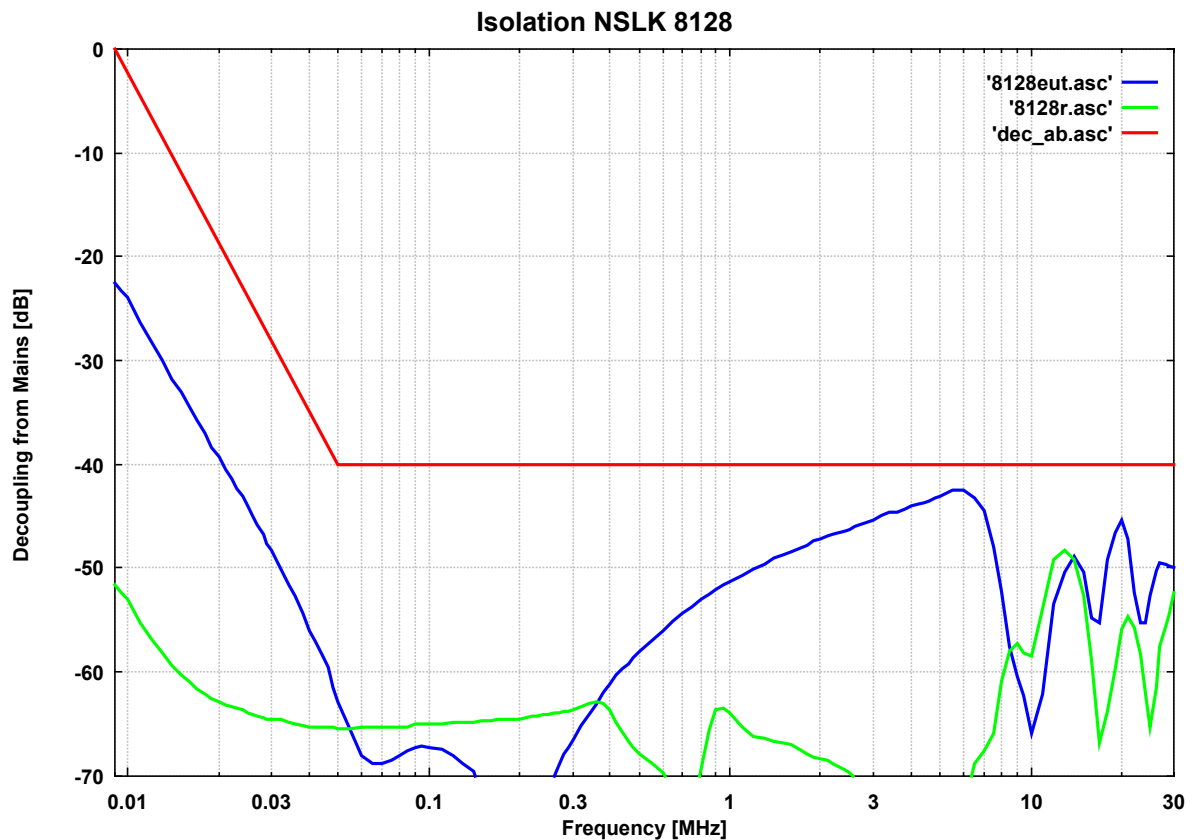
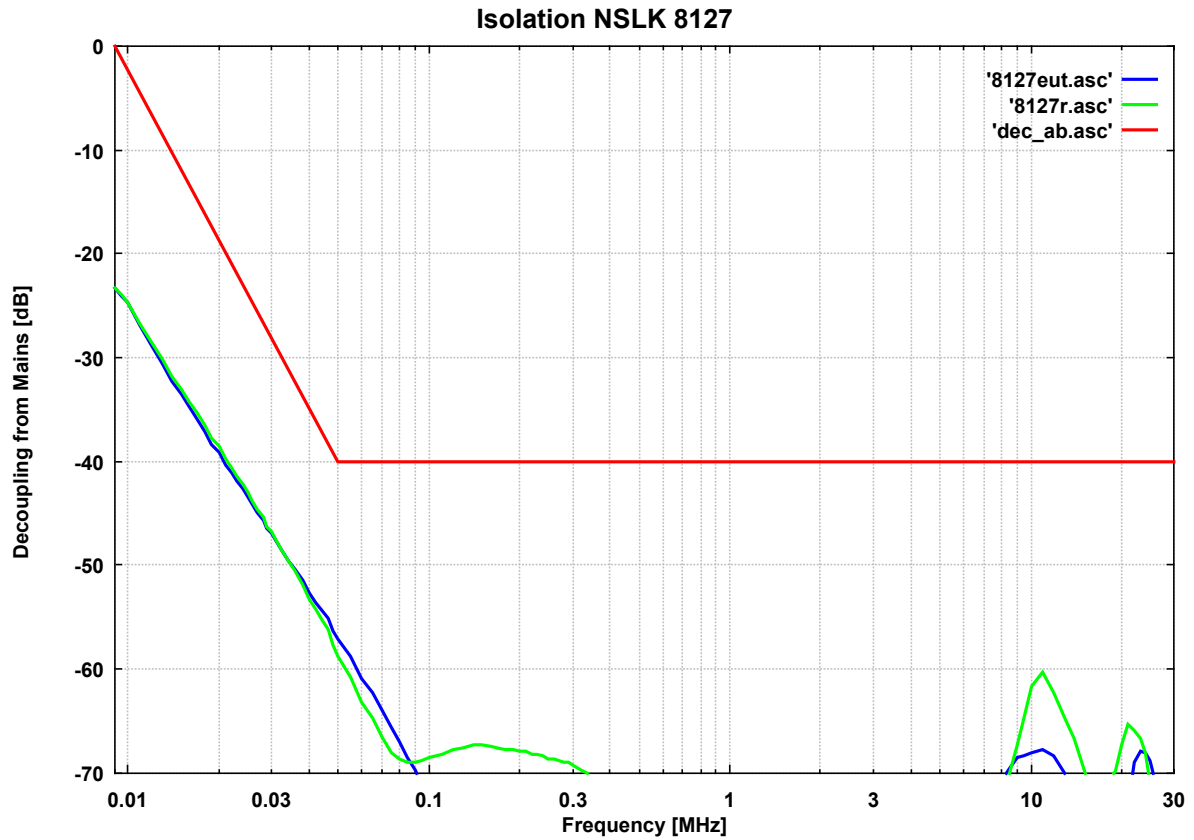
Neue Anforderungen an Netznachbildungen gem. CISPR 16-1-2  
New LISN requirements acc. to CISPR 16-1-2



# SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

Neue Anforderungen an Netznachbildungen gem. CISPR 16-1-2  
New LISN requirements acc. to CISPR 16-1-2

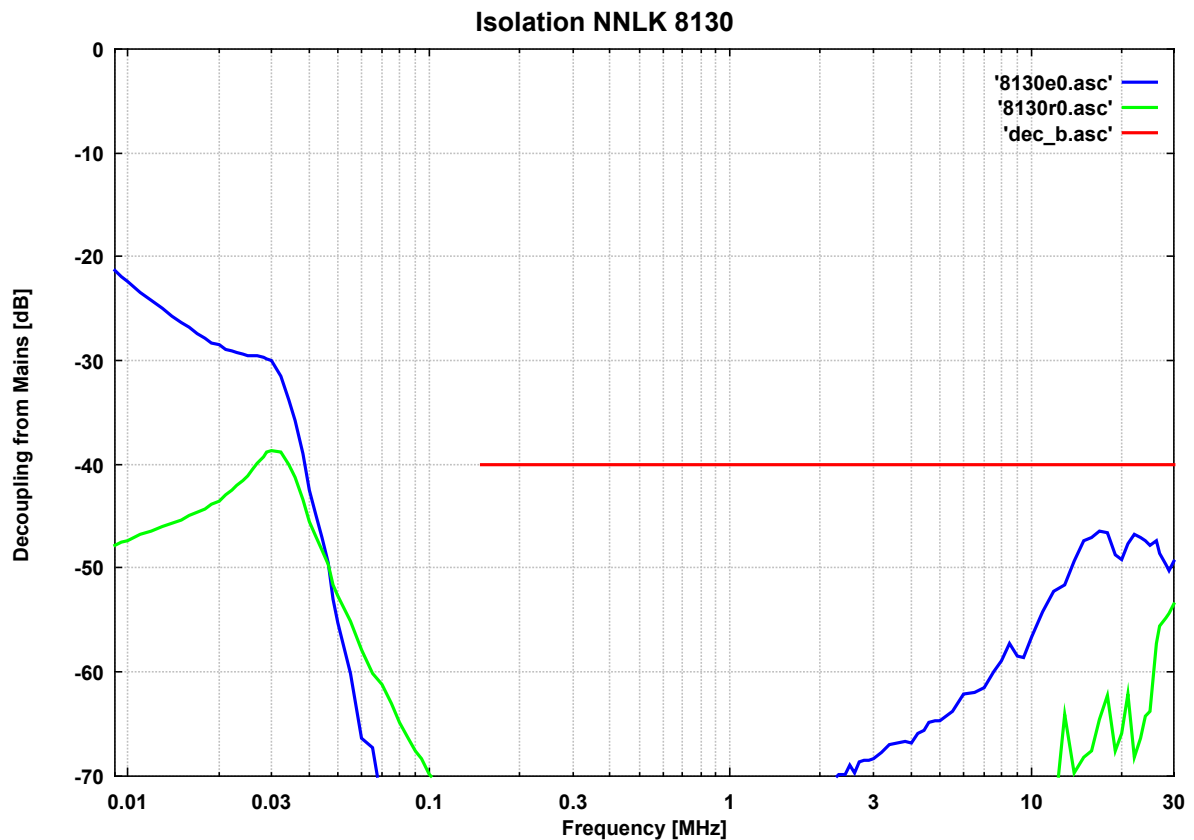
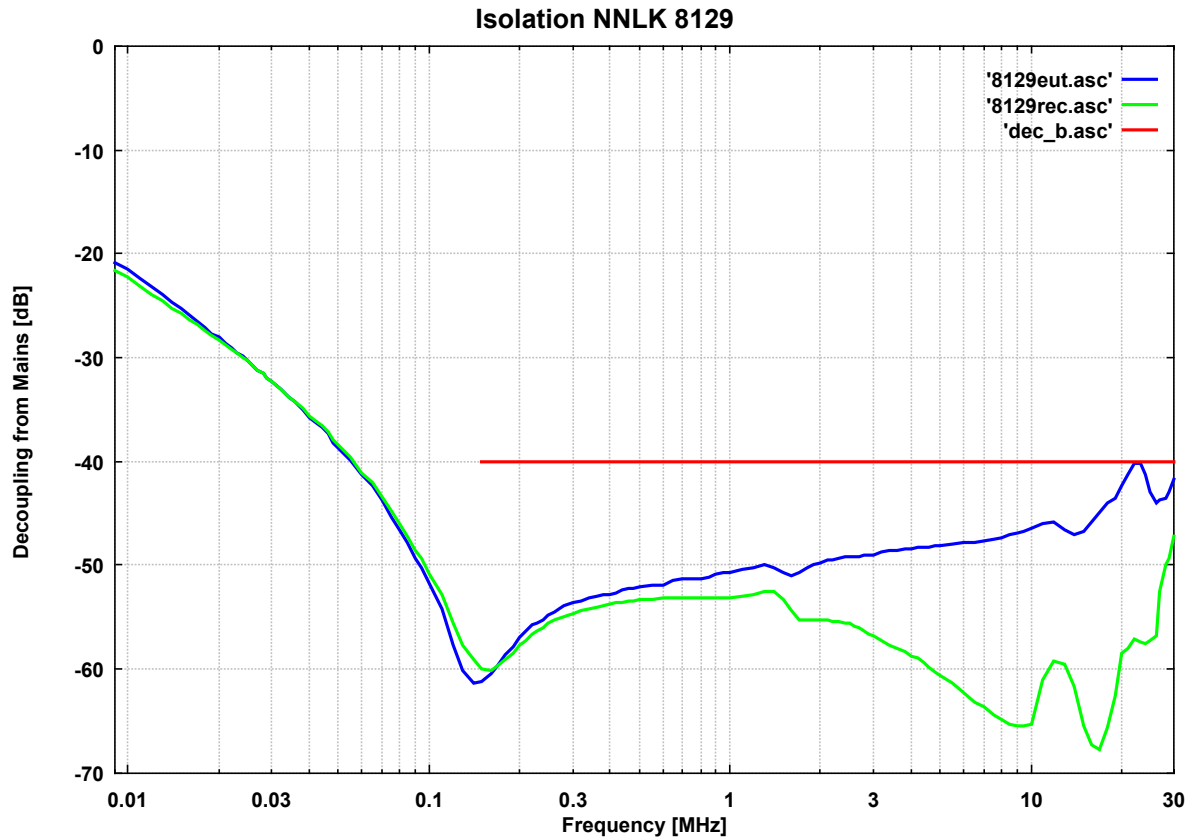




# SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

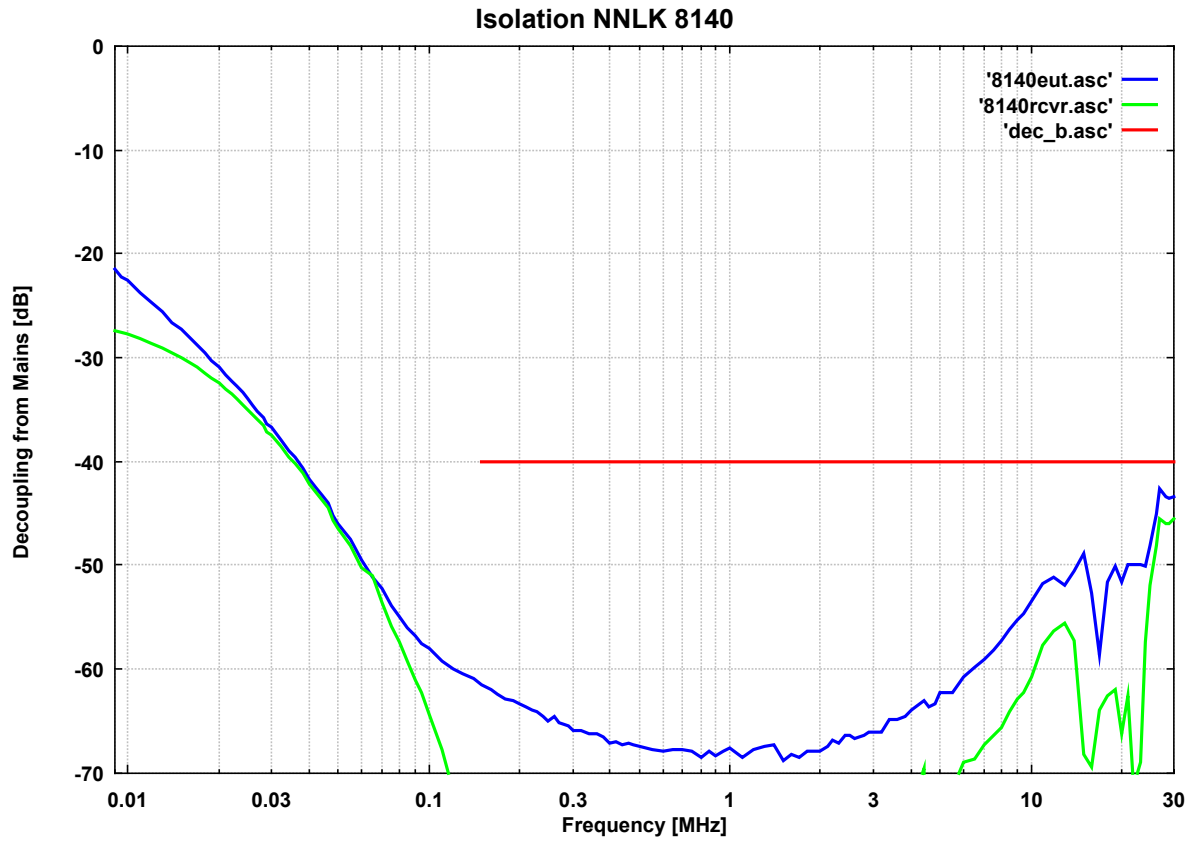
Neue Anforderungen an Netznachbildungen gem. CISPR 16-1-2  
New LISN requirements acc. to CISPR 16-1-2



# SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

Neue Anforderungen an Netznachbildungen gem. CISPR 16-1-2  
New LISN requirements acc. to CISPR 16-1-2



## Rückführbarkeit von Meßgrößen auf nationale und internationale Normale *Traceability to national and international Standards*

### Einführung

In vielen Bereichen der Technik ist es von enormer Bedeutung, (unvermeidliche) Meßfehler so gering wie möglich zu halten. Darüberhinaus ist die Kenntnis der auftretenden Messunsicherheiten für den Anwender wichtig, um eine Abschätzung des resultierenden Gesamtfehlers einer Messung vornehmen zu können. Ein möglicher Ansatz zur Verringerung von Messunsicherheiten ist die Rückführung von Meßgrößen auf nationale und internationale Normale. Meist werden diese Normale von den metrologischen Instituten der jeweiligen Länder (z.B. PTB in Deutschland oder NPL in England oder NIST in Amerika) betreut. Bei der Rückführung der wichtigsten Meßgrößen versuchen die metrologischen Institute, sich auf Naturkonstanten (z.B.  $\mu$  und  $\epsilon$ ) zu beziehen. Für viele technische Meßgrößen gibt es keinen direkten Bezug auf ein Normal, sondern die jeweilige technische Meßgröße wird von einer oder mehreren Grundgrößen in irgendeiner Form abgeleitet.

Bei Antennenkalibrierungen ist der direkte Bezug auf ein Normal problematisch bzw. in der Regel sogar unmöglich. Wesentlich bessere Genauigkeiten können durch Anwendung der 3-Antennen Methode erzielt werden. Die dabei zu messenden Größen "HF-Dämpfung" und "Länge" lassen sich letztendlich auch auf die Naturkonstanten  $\mu$  und  $\epsilon$  zurückführen. Üblicherweise wird die Rückführbarkeit, die verwendeten Meßgeräte und deren Kalibrierscheinnummern sowie die Messunsicherheit im Kalibrierschein dokumentiert. Bei der Angabe der Messunsicherheit wird normalerweise ein 95% Vertrauensintervall ( $k=2$ ) angenommen, d.h. 95% aller Messwerte liegen innerhalb des angegebenen Messunsicherheitsbereichs.

Die wichtigsten technischen Meßgrößen, die in unserem Kalibrierlabor gemessen werden, sind:

- Antennen-Wandlungsmaß
- Antennengewinn
- E-Feldstärke
- H-Feldstärke
- VSWR
- Impedanz
- Dämpfung
- Spannung
- Strom

### Introduction

*There are many technical applications where it is essential to keep (unavoidable) measurement errors at a minimum. The knowledge about measurement uncertainties is important for the operator to estimate the resulting error of a measurement task. A possible approach to minimise the measurement uncertainty is the traceability of measurands to national or international standards. Usually the metrologic institutes (e.g. NIST in USA, NPL in UK, PTB in Germany) take care for these national standards. The traceability of the national standards is based on natural constants (i.e.  $\mu$  or  $\epsilon$ ) if possible. Many technical measurands do not have a direct relation to a national standard, but the respective measurand is derived from one or more basic units in a certain way.*

*Antenna calibrations do usually not refer to a standard antenna because of unavailability in many frequency ranges. A by far better measurement accuracy can be achieved by applying the 3-antenna method. The required measurands for antenna factor and gain calibration are "RF-attenuation" and "length", which are both traceable to the natural constants  $\mu$  and  $\epsilon$ . The traceability, the measurement uncertainty, the equipment used and the related calibration due dates are documented in the calibration certificate. The measurement uncertainty is usually provided for a probability interval of 95% ( $k=2$ ), which means that 95% of all measured values are within the stated uncertainty margin.*

*The most important measurands to be calibrated in our laboratory are:*

- Antenna factor
- Antenna gain
- E-field strength
- H-field strength
- VSWR
- Impedance
- Attenuation
- Voltage
- Current

Ein Großteil der zuvor genannten Messungen wird mit sehr genauen vektoriellen Netzwerkanalysatoren durchgeführt. Für die Meßgrößen Impedanz und VSWR liegen hochpräzise und langzeitstabile Normale vor, die vor jeder Messung zur Kalibrierung des Netzwerkanalysators eingesetzt werden. Zur Kalibrierung der Dämpfungsmessung sind zwei hochpräzise, mechanische Hohlrohrteiler vorhanden, die eine Meßunsicherheit von weniger als  $\pm 0.05$  dB ermöglichen. Damit wird die HF-Dämpfungsmessung auf eine (geometrische) Länge zurückgeführt. Zur Messung von Spannungen bzw. Leistungen stehen diverse thermische Leistungsmesser bis 40 GHz zur Verfügung. Die Erzeugung genau definierter Feldstärken erfolgt mit Helmholtzspulen, Senderahmen, Streifenleitern, TEM-Zellen und einer Vielzahl von präzisen Antennen.

#### **Ringvergleiche**

Durch die Teilnahme an Europa- und Weltweiten Ringvergleichen wurde die Qualifikation unseres Kalibrierlabors mehrfach unter Beweis gestellt. Weiterführende Literatur hierzu findet man unter anderem in IEE Proceedings Sci. Meas. Technol., Vol.143, No.4, July 1996.

#### **Normung**

Darüberhinaus sind wir in verschiedenen Normungsgremien aktiv, um auf zukünftige Anforderungen schnell reagieren zu können.

#### **Rückführbarkeit**

Die zur Kalibrierung verwendeten Messmittel werden von DKD-Labors kalibriert. Über die DKD Kalibrierscheinnummer der Messmittel lassen sich die kalibrierten Messgrößen auf nationale Normale zurückführen. Die Rückführbarkeit wird durch internationale Abkommen der European cooperation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) gegenseitig in den folgenden Ländern anerkannt:

Deutschland, Belgien, Dänemark, Finnland, Frankreich, Irland, Italien, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Spanien, Tschechien, Großbritannien, Australien, Brasilien, China, Indien, Japan, Kanada, Neuseeland, Singapur, Südafrika, Taiwan, USA, Vietnam.

*The major part of the before mentioned measurands are measured using very accurate vector network analysers. For the measurands VSWR and impedance there are time invariant high precision standards available in our laboratory, which are used to calibrate the network analyser before each measurement session. Attenuation measurements are calibrated using piston attenuators, which provide a measurement uncertainty of better than  $\pm 0.05$  dB. The piston attenuator allows to trace the RF-attenuation to a geometrical length. For voltage and power measurements several thermocouple sensors from DC to 40 GHz are in use. The generation of precisely defined fields is made with Helmholtz coils, transmit loop antennas, striplines, TEM-cells and a variety of precision antennas.*

#### **Laboratory Intercomparisons**

*The qualification of our calibration laboratory was proved in several european- and worldwide intercomparisons. Further information about the antenna calibration intercomparison can be found in IEE Proceedings Sci. Meas. Technol., Vol.143, No.4, July 1996.*

#### **Standardisation**

*We are also member in several standardisation committees in order to provide solutions in time for future requirements.*

#### **Traceability**

*The measurement equipment in use for calibration is calibrated in DKD accredited laboratories. The traceability of the measurands follows from the DKD-numbers of our measurement equipment. By multilateral agreements of the European cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) traceability to DKD standards is recognized by the accreditation bodies of the following countries:*

*Germany, Belgium, Denmark, Finland, France, Ireland, Italy, The Netherlands, Norway, Austria, Portugal, Sweden, Switzerland, Slovakia, Spain, Czechia, United Kingdom, Australia, Brasilia, China, India, Japan, Canada, New Zealand, Singapore, South Africa, Taiwan, USA, Vietnam.*

Zertifikatsnummer:

NNHV 8123-200\_07032023

Number of certificate:



Der Hersteller:

The manufacturer:

**SCHWARZBECK MESS – ELEKTRONIK OHG**  
Ziegelhäuser Straße 25  
69250 Schönau, Germany  
Phone: +49 6228 1001 / Fax.: +49 6228 1003

erklärt hiermit in eigener Verantwortung, dass folgendes Produkt:

*certifies in own responsibility, that the following product:*

## **NNHV 8123-200**

den nachfolgenden Bestimmungen des Rates der Europäischen Union zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten entspricht:

*complies with the provisions of the Directive of the Council of the European Union on the convergence of the laws of the member states:*

- Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen (Niederspannungsrichtlinie, NSR)
- Stoffverbote zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (RoHS 3)

2014/35/EU

2011/65/EU  
(EU) 2015/863  
(EU) 2017/2102

- Electrical equipment within certain voltage limits (Low Voltage Directive, LVD)
- Restricting the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS 3)

Die Übereinstimmung mit NSR, und RoHS wird nachgewiesen durch die Einhaltung folgender Normen:

*By complying with the following standards, we prove compliance with LVD and RoHS:*

- **EN 61010-1:2020-03 +A1:2022-02 (siehe S.2 / see page 2)**
- **EN 63000:2019-05**

Anbringung des CE-Zeichens ab:

2023

*Affixing the EC conformity mark as from:*

Schönau, 7. März 2023

Geschäftsführer / Managing Director:  
Alexander Schwarzbeck



Durch den geforderten normgerechten Aufbau kann der zulässige Ableitstrom und der Isolationswiderstand nach EN 61010-1 nicht eingehalten werden.

Bevor eine Spannung an die Netznachbildung angelegt wird, ist für eine zuverlässige Schutzerdung zu sorgen! Hierfür können die Schraubklemme an der Frontplatte verwendet werden, sowie die Aluminiumwinkel an der Rückseite des Gerätes.

#### **Bestimmungsgemäßer Gebrauch von Netznachbildungen**

- Netznachbildungen dürfen nur von fachkundigem Personal betrieben werden.
- Netznachbildungen müssen vor der Inbetriebnahme geerdet werden.
- Bei fehlender Erdung besteht Lebensgefahr beim Berühren des Gehäuses!
- Prinzipbedingt entstehen bei Netznachbildungen unvermeidbare Ableitströme.
- Ein Betrieb in Verbindung mit Fehlerstrom-Schutzschaltern ist nicht möglich!
- Netznachbildungen dürfen nur entsprechend den Vorgaben in der Bedienungsanleitung betrieben werden.

*Due to the design requirements according to standards, the device cannot be compliant with the permissible leakage current and leakage resistance of EN 61010-1.*

*Connect the LISN to protecting earth BEFORE applying any voltage to it! For this purpose, you can use the screw terminal at the front panel and the aluminum brackets at the rear side of the device.*

#### **Intended Use of LISN / AMN:**

- *LISN / AMN shall only be operated by skilled persons.*
- *LISN / AMN must be grounded before use.*
- *A missing ground connection creates hazard for life when touching the housing!*
- *As a consequence of the construction principle, LISN / AMN create unavoidable ground currents.*
- *A LISN / AMN cannot be operated together with a Residual Current Device for fault protection!*
- *LISN / AMN shall only be operated according to the user manual and the applicable standards.*