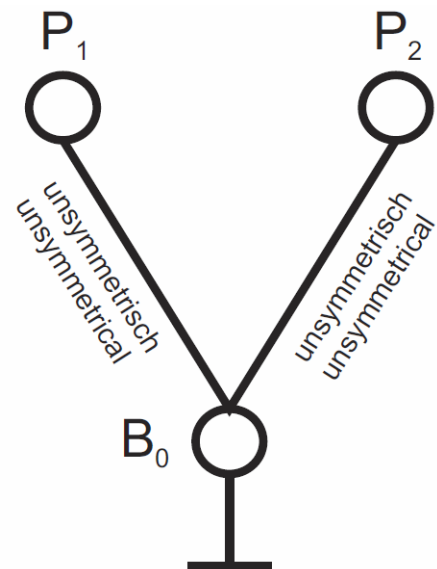
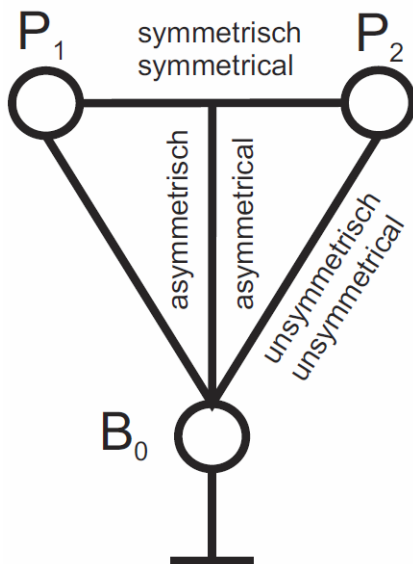


Einführung Netznachbildungen Introduction to LISNs



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. 150Ω , $50 \Omega \parallel 50 \mu\text{H} + 5 \Omega$, $5 \mu\text{H} \parallel 50 \Omega$).

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. 150Ω , $50 \Omega \parallel 50 \mu\text{H} + 5 \Omega$, $5 \mu\text{H} \parallel 50 \Omega$).

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 μF bis 0,22 μF 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 Ringkernrosseln 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 μF to 0.22 μF .

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 wound

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 Δ -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 Δ -LISN (Delta LISN), which allows to measure the symmetrical part of the disturbance voltage right through a impulse resistant broadband transformer.