

EMV - elektromagnetische Verträglichkeit

Netz-Entstörfilter: konkrete Schaltungen und Dämpfungsverläufe

In den vorangegangenen Artikeln wurden die Entstörbaulemente sowie deren Verknüpfung zu einem kompletten Netz-Entstörfilter beschrieben. An dieser Stelle folgen nun konkrete Schaltungen sowie die messtechnische Beurteilung.

Dämpfungsverhalten

Um das Filterverhalten eines Netz-Entstörfilters beurteilen und verschiedene Filter miteinander vergleichen zu können, müssen reproduzierbare Messmethoden festgelegt werden. Diese Messmethoden sind in CISPR 17 niedergelegt, wobei es zwei verschiedene Prüfverfahren gibt.

Verfahren a: Ein- und Ausgang des Filters werden mit jeweils 50Ω abgeschlossen. Bei der Messung wird das Filterverhalten sowohl in bezug auf die symmetrischen als auch auf die asymmetrischen Störungen beurteilt. Dazu sind verschiedene Messaufbauten erforderlich.

Verfahren b: Eingangsseitig wird mit $0,1 \Omega$, ausgangsseitig mit 100Ω abge-

schlossen. Ebenso die Umkehrung der Abschlüsse wird getestet. Diese Messmethode bringt Ergebnisse, die praxisnäher sind als Verfahren a, ist aber aufwendiger in der Durchführung.

Die von uns ermittelten Dämpfungsverläufe beziehen sich auf die $50 \Omega/50 \Omega$ Messung.

Bei beiden Messverfahren wird die Messung ohne Laststrom ausgeführt. Aufgrund von Sättigungseffekten kann sich die Übertragungsfunktion der Filter mit Last verändern.

Beurteilung des Dämpfungsverhaltens in Bezug auf symmetrische Störungen

Da der symmetrische Störstrom analog zum Verbraucherstrom fließt, d. h. die Stör-

spannung steht zwischen L und N an, muss für die Messung des Filterverhaltens die Einkopplung ebenfalls symmetrisch vorgenommen werden. Dies erreicht man durch einem Messaufbau gemäß Abbildung 8.

Die Aufnahme der Filterübertragungsfunktion geschieht durch eine sogenannte Wobbelmessung. Dabei wird die Signalquelle (Trackinggenerator) vom Spektrumanalyzer angesteuert und gibt somit ein zum Analyzer frequenzsynchrones Signal ab.

Der eingangsseitige Abschluss des Filters wird durch den Innenwiderstand der Signalquelle gebildet. Über einen 1:1 Übertrager erfolgt eine symmetrische Einkopplung der Signalspannung auf das Filter. Ebenfalls die Auskopplung erfolgt über

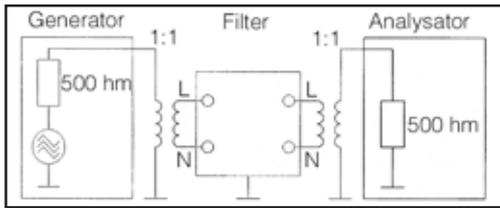


Bild 8: Messverfahren zur Bestimmung der Dämpfung in bezug auf symmetrische Störspannungen

für folgende Standard-Bestückung ermittelt:

- $R = 2 \times 470 \text{ k}\Omega$,
- $C1 = 100 \text{ nF}/X2 \dots\dots\dots$ (Best.Nr.: 10-161-06)
- $L = 2 \times 3,3 \text{ mH} / 4A \dots$ (Best.Nr.: 10-182-72)
- $C2 = C3 = 2,2 \text{ nF}/Y2 \dots$ (Best.Nr.: 10-093-03)

Die Abbildungen 11 und 12 zeigen die

einen 1:1-Übertrager, dessen Ausgang direkt mit dem 50-Ω-Eingang des Spektrum-Analyzers verbunden wird. Der Eingang stellt gleichzeitig den Abschlusswiderstand dar.

Um die Übertragungsfunktion der beiden Transformatoren aus dem Messergebnis zu eliminieren, erfolgen zwei Messungen. Die erste Messung wird ohne Filter ausgeführt und im Analyzer abgelegt. Die zweite Messung erfolgt mit Filter, wobei die Differenz der Messergebnisse den Filterverlauf wiedergibt.

Beurteilung des Dämpfungsverhaltens in Bezug auf asymmetrische Störungen

Asymmetrische Störspannungen liegen gleichermaßen auf L und N gegenüber PE an. Man bezeichnet sie auch als Gleichtaktstörungen. Den Messaufbau zur Beurteilung des Filters im Hinblick auf diese Störungen zeigt Abbildung 9. L und N werden miteinander verbunden und an der Signalquelle angeschlossen. Ausgangsseitig sind ebenfalls L und N verbunden und am Spektrum-Analyzer-Eingang angeschlossen. Die Filter-Abschlusswiderstände werden auch hier durch die Innenwiderstände von Trackinggenerator und Spektrum-Analyzer gebildet.

Es erfolgen, wie schon vorher, zwei Messungen, um das Übertragungsverhalten der Zuleitungen zu eliminieren.

Schaltungen

Abbildung 10 zeigt den Aufbau eines einfachen Netz-Entstörfilters. Je nach Dimensionierung der einzelnen Bauteile ergeben sich verschiedene Filterverhalten. Wir haben die Filterübertragungsfunktion

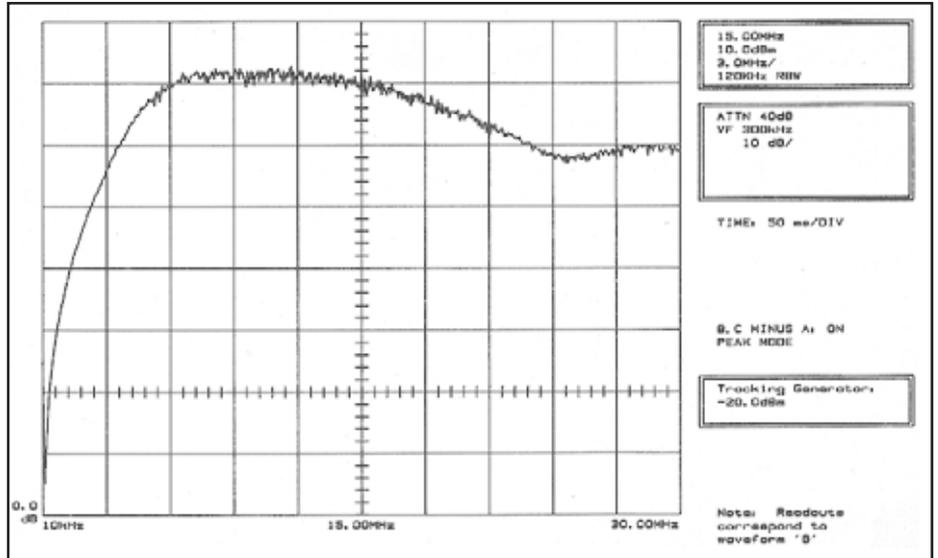


Bild 11: Symmetrische Störspannungsunterdrückung des einfachen Netz-Entstörfilters

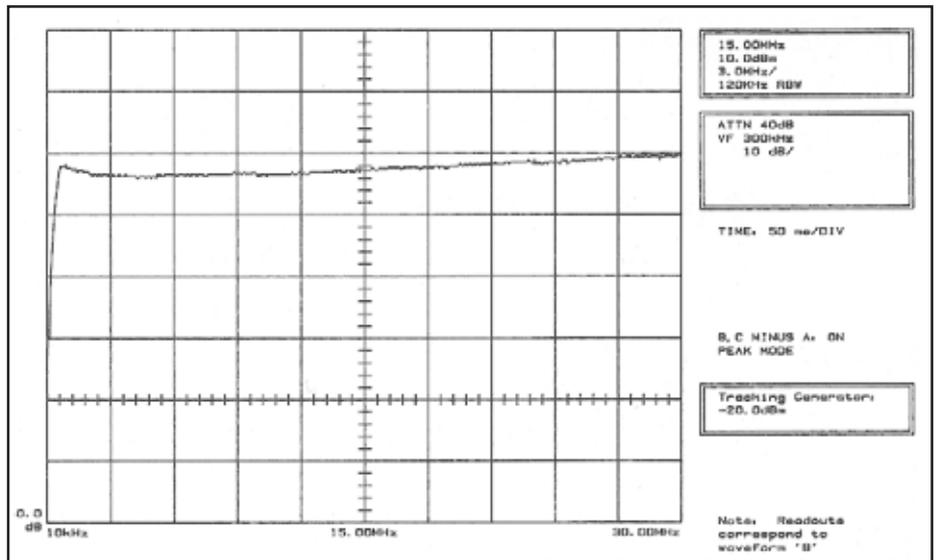


Bild 9: Messverfahren zur Dämpfungsbestimmung bei asymmetrischen Störspannungen

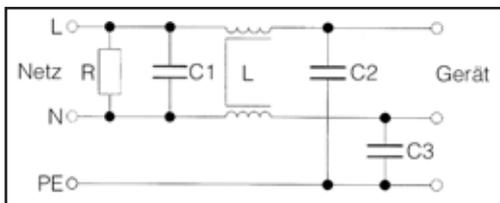
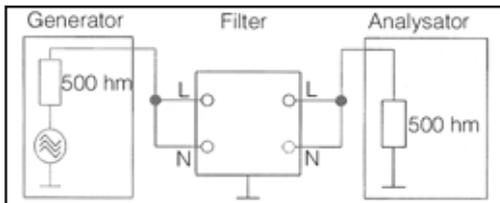


Bild 10: Schaltbild des einfachen Netz-Entstörfilters

Filterverläufe für symmetrische und für asymmetrische Störungen. Es ergibt sich eine gute Störunterdrückung von ca. 70 dB für die symmetrischen und 60 dB für die asymmetrischen Störungen.

Im folgenden wird ein Netz-Entstörfilter für erhöhte Anforderungen betrachtet, das in Bild 13 gezeigt ist. Die Bauelemente wurden folgendermaßen gewählt:

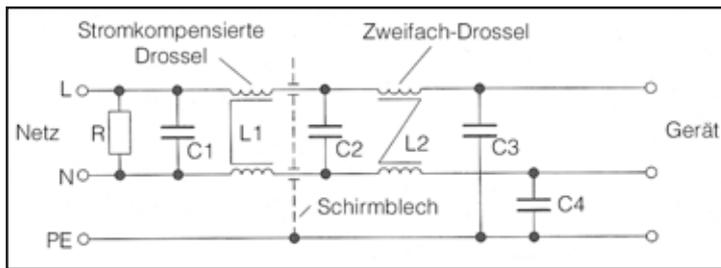


Bild 13: Netz-Entstörfilter für erhöhte Anforderungen

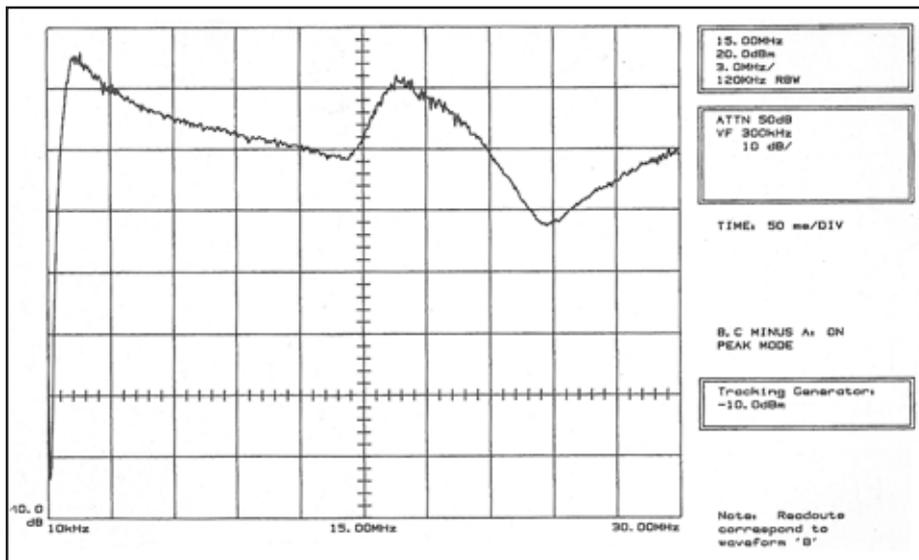


Bild 14: Symmetrische Störspannungsunterdrückung für das Netz-Entstörfilter nach Bild 13

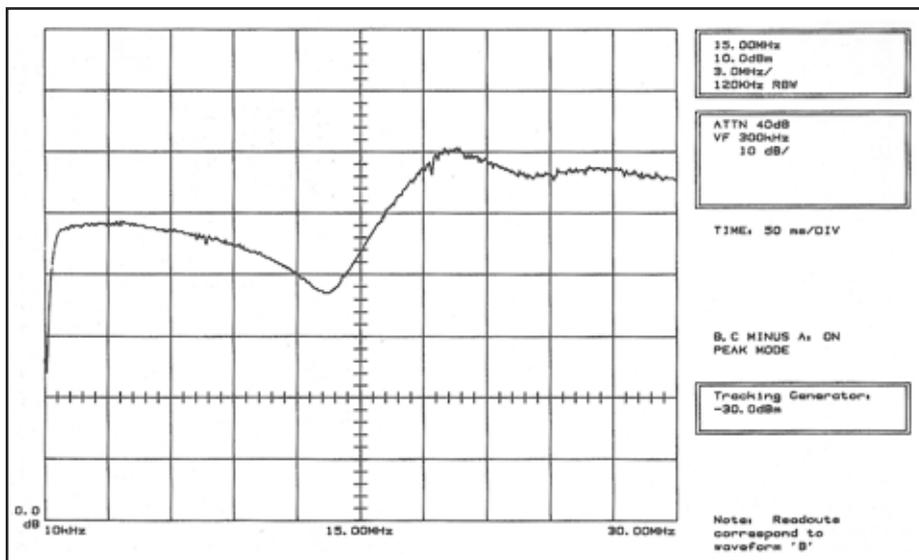


Bild 15: Asymmetrische Störspannungsunterdrückung des Netz-Entstörfilters für erhöhte Anforderungen (Bild 13)

- R = 2 x 470kΩ,
- C1 = 100 nF/X2 (Best.Nr.:10-161-06)
- L1 = 2 x 3,3 mH / 4A .. (Best.Nr.: 10-182-72)
- C2 = 100nF/X2 (Best.Nr.: 10-161-06)
- L2 = 2x 40 μH (Best.Nr.: 10-218-41)
- C3 = C4 = 2,2 nF/Y2 ... (Best.Nr.: 10-093-03)

Die Abbildungen 14 und 15 geben den Verlauf der Übertragungsfunktion wieder. Besonders zu erkennen ist dabei die Erhöhung der Dämpfung in Bezug auf symmetrische Störungen im Vergleich zum Filter nach Abbildung 10, was auf den zusätzli-

chen Einbau des X-Kondensators C2 sowie der Zweifach-Drossel L2 zurückzuführen ist. Gerade im unteren Frequenzbereich ist die Dämpfungserhöhung besonders deutlich zu erkennen.

Für beide Filter, Abbildung 10 und 13, stehen Platinen mit optimiertem Layout sowie die entsprechenden Abschirmgehäuse zur Verfügung. Ein Bausatz enthält:

- 1 Platine, 70 μm Leiterbahnstärke, 1 Abschirmgehäuse, 2 Schraubklemmen, 6 Flachstecker.

Durch Variation der Bauelementewerte können die Filterverläufe noch erheblich verändert werden. Je nachdem wie der Anschluss erfolgen soll, werden entweder die Schraubklemmen oder die Flachstecker eingelötet. Welche Bedeutung den einzelnen Entstörelementen zukommt und welche Parameter zu verändern sind, wurde ja bereits in den vorangegangenen Artikeln ausführlich erläutert.

Das Layout ist so gestaltet, dass die Filter mit Strömen von bis zu 20 A belastbar sind. Die Leiterbahndicke beträgt nicht wie üblich 35 μm, sondern 70 μm. Der maximal zulässige Laststrom wird daher in erster Linie durch den eingesetzten Spulentyp begrenzt (die Leiterbahnen sind aufgrund der verstärkten Ausführung für Ströme bis zu 20 A ausgelegt).

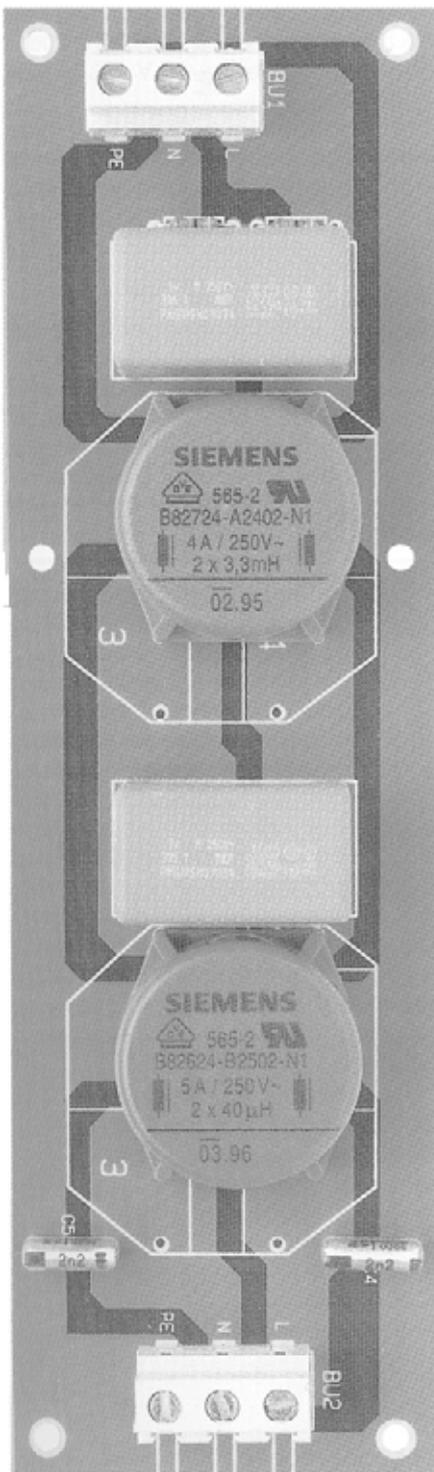
Für ein individuelles Filterdesign stehen die EMV-Bauelemente aus dem ELV-Katalog zur Verfügung. Die in nachstehender Tabelle aufgeführten Spulen können auf den Platinen bestückt werden, womit die Filter universell einsetzbar sind. **ELV**

Stromkompensierte Ringkerndrosseln

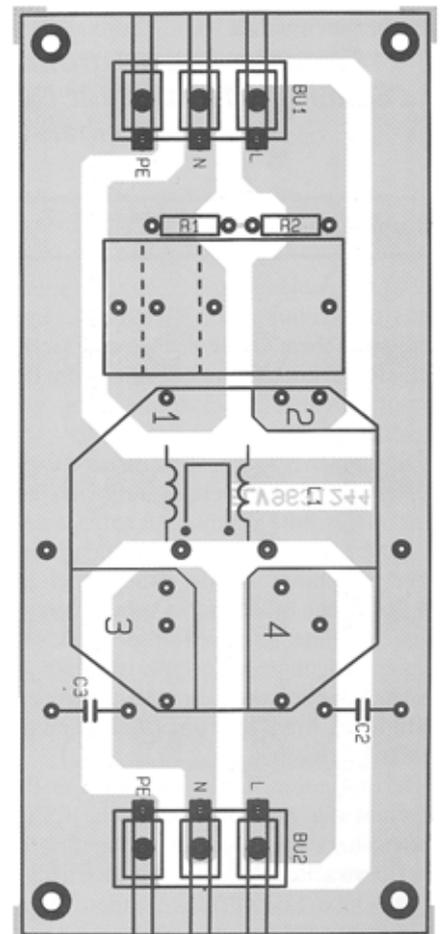
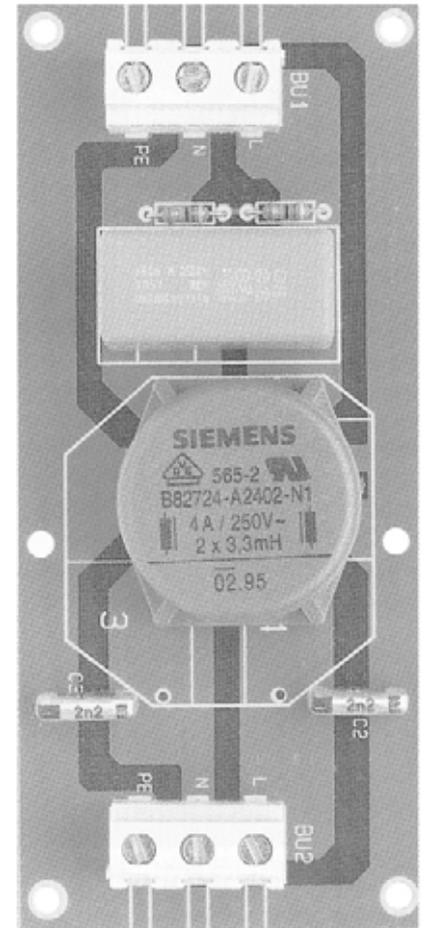
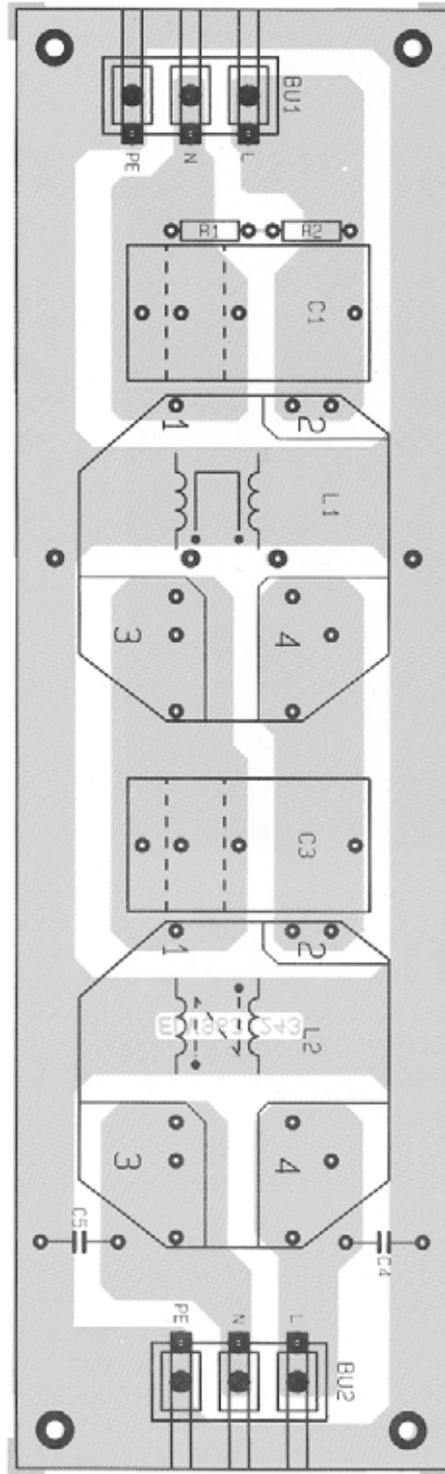
L _{inenn} (mH)	I _{inenn} (A)	Best.Nr.:
2 x 27	1,0	10-182-70
2 x 6,8	2,0	10-182-71
2 x 3,3	4,0	10-182-72
2 x 5	5	10-218-64
2 x 0,9	15	10-218-65
2 x 0,45	20	10-218-66
2 x 3	10	10-218-67
2 x 2	15	10-218-68
2 x 0,9	20	10-218-69

Zweifach-Ringkerndrossel

L _{inenn} (μH)	I _{inenn} (A)	Best.Nr.:
200	2	10-218-40
40	5	10-218-41
25	10	10-218-42



Ansicht des fertig aufgebauten Netz-Entstörfilters für erhöhte Anforderungen mit zugehörigem Bestückungsplan.



Ansicht des fertig aufgebauten einfachen Netz-Entstörfilters mit zugehörigem Bestückungsplan.