

APPLICATION NOTE



Stromspitzensicheres Eingangsfilter mit WE-MPSB Multilayer Power Suppression Bead

ANP041 VON RANJITH BRAMANPALLI

1. Einführung

Netzteile sind häufig für einen stationären Betrieb ausgelegt, bei dem man sich in der Regel erst in zweiter Linie über vorübergehende Zustände Gedanken macht. In der Praxis sind die Bedingungen wie Einschalt-, Ausschalt- und Lastwechselübergänge, die für die Bauteile des Netzteils häufig jedoch sehr viel belastender sind als der stationäre Betrieb. Zum Dämpfen hochfrequenter Störungen werden Chipferrite bevorzugt am Ein- und Ausgang von Netzteilen angeordnet.

Es gibt zwei gute Beispiele für diese Störgrößen, die häufig übersehen werden, jedoch mehr Beachtung verdienen würden. Das ist zum einen der Einschaltstrom, der auftritt, wenn ein Netzteil eingeschaltet wird, oder zum anderen die Nutzung einer PWM für variable Lasten wie beim Dimmen von LED-Treibern. Chipferrite werden häufig an den Ein- und Ausgängen von Netzteilen angeordnet und müssen dort starke Übergangsströme bewältigen. Infolgedessen entsteht ein Bedarf an kompakten sowie kostengünstigen Bauteilen, die zudem eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen. Da diese Ferrite beim Filtern von hochfrequenten Störungen in Schaltreglern sehr effektiv sind, werden sie häufig am Ein- und Ausgang platziert. Ursache für die hochfrequenten Störungen sind schnelle Schaltvorgänge, die aufgrund parasitärer Induktivität und Kapazität zum Nachschwingen neigen. Die Störungen treten bevorzugt im Frequenzbereich zwischen 50MHz und 500MHz auf und sind bekannt als „Ringing“, „Spikes“ oder auch „PARD-Störung“ (**P**eriodic **A**nd **R**andom **D**eviation Noise, Störung mit periodischer und zufälliger Abweichung). Abbildung 2 zeigt die PARD-Störung am Ursprung - dem Schaltknoten - und verdeutlicht auch, wie es sich am Ein- und Ausgang des Schaltreglers äußert.

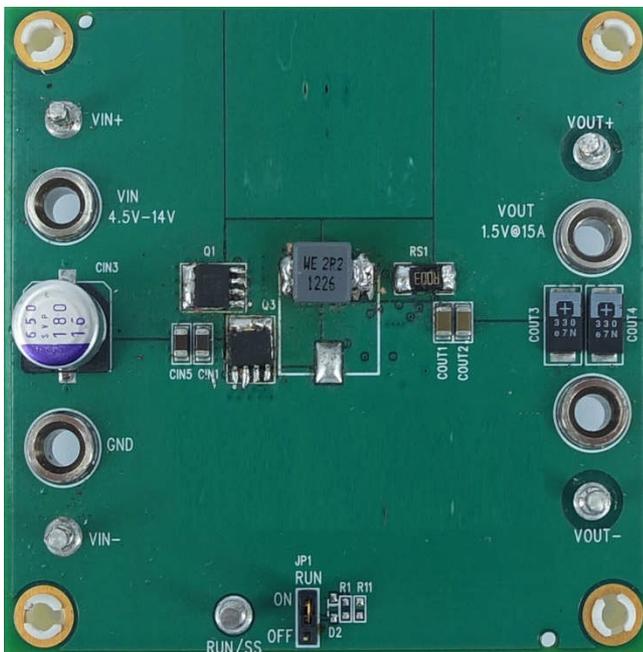


Abbildung 1: Erste Prüfschaltung ohne Chipferrite

Vergrößern wir die Darstellung und messen die Frequenz der PARD-Störung in Abbildung 2, dann stellen wir einen Wert von 170MHz fest. Leitungsgebundene Störungen wie die Wellenformen in Abbildung 2 werden über die Ein- und Ausgangsleitungen Störabstrahlungen verursachen.

APPLICATION NOTE



Stromspitzensicheres Eingangsfilter mit WE-MPSB Multilayer Power Suppression Bead

Grundsätzlich sollten Chipferrite immer möglichst nahe an der Störquelle angeordnet werden. Eine effektive Möglichkeit, die PARD-Störungen daran zu hindern, über die Ein- und Ausgangsleitungen abzustrahlen ist, die Chipferrite in Reihe mit den Ein- und Ausgängen zu platzieren. Wie Abbildung 3 zeigt, sollten diese möglichst nah am Rand der Leiterplatte und/oder an den Anschlüssen angeordnet werden. Die Anschlussflächen der Ferrite werden für jeden Plus- und Minusanschluss vorgesehen.



Abbildung 2: PARD-Rauschen ohne Chipferrite beginnt am Schaltknoten eines Abwärtswandlers (blau) und verunreinigt die Eingangsspannung (gelb) und die Ausgangsspannung (grün).

Zur Verdeutlichung sei noch einmal wiederholt, dass die Ferrite möglichst nah an der Störquelle platziert werden sollten, da der Störer in Flächen und Kabel ohne Schirmung einkoppeln kann. Sie sollten allerdings beachten, dass hochfrequente Störungen mit hoher Wahrscheinlichkeit durch die parasitäre Kapazität zu GND- und Erdflächen über den Ferrite überkoppeln können. Nach den meisten EMV-Normen beginnt die EMI-Abstrahlung bei 30MHz. Aus diesem Grund ist es enorm wichtig, diesen unerwünschten Antenneneffekt an den Eingangs- und Ausgangsleitungen zu vermeiden. Wenn eine Massefläche oder ein geschirmtes Gehäuse vorhanden ist, können Störungen um einen Ferrit herum koppeln, der auf das Innere einer Leiterplatte ausgerichtet ist (siehe Abbildung 4).

APPLICATION NOTE



Stromspitzensicheres Eingangsfilter mit WE-MPSB Multilayer Power Suppression Bead

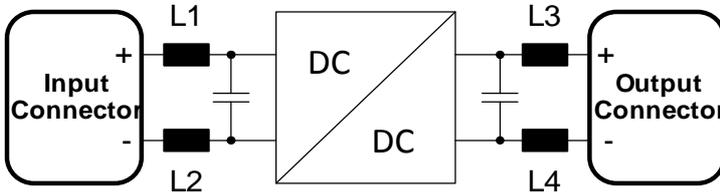


Abbildung 3: Generischer DC-DC-Wandler mit Chipferritperlen L1-L4 an den Ein- und Ausgängen

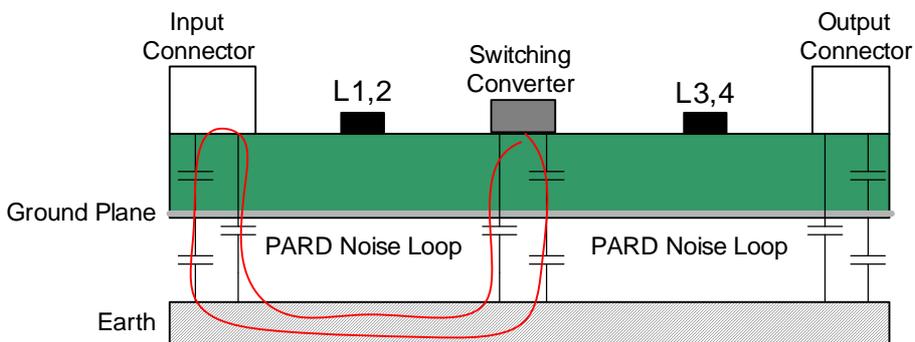


Abbildung 4: PARD-Störungsrauschen umgeht die Chipferritperlen L1-L4 durch kapazitive Kopplung durch Massefläche und Erde zu den Eingangs- und Ausgangssteckverbindern

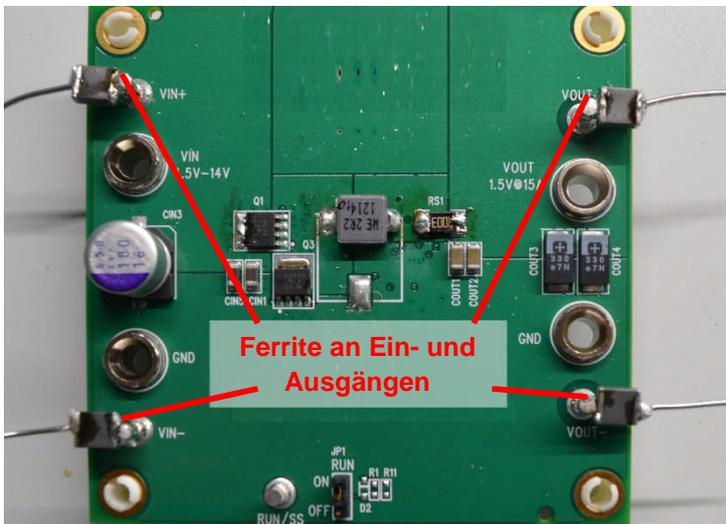


Abbildung 5: Generischer DC-DC-Wandler mit Chipferriten L1-L4 an den Ein- und Ausgängen zur Vermeidung von PARD-Störungen

Würth Elektronik eiSos hat vor kurzem eine neue Produktfamilie von Chipferriten entwickelt, die sich durch hohe Durchschnitts-/Effektivströme und einen niedrigen Gleichstromwiderstand auszeichnen und auch für starke Stromimpulse getestet und spezifiziert sind. Diese stromspitzensichere Baureihe unter der Bezeichnung [WE-MPSB](#) Multilayer Power Suppression Bead eignet sich vor allem für Einsatzorte, in denen kurzzeitige Stromspitzen die Durchschnittsströme erheblich überschreiten.

APPLICATION NOTE



Stromspitzensicheres Eingangsfilter mit WE-MPSB Multilayer Power Suppression Bead

2. Einschaltstrom

In dem Moment, in dem ein Netzteil eingeschaltet wird, werden alle mit dem Eingangsbus verbundenen Kondensatoren aufgeladen. In sehr seltenen Fällen lässt sich mithilfe einer speziellen Startfunktion ein sanfter Anlauf der Eingangsspannung erzielen, die hierdurch allmählich hochgeregelt wird; meistens jedoch fährt die Eingangsspannung abrupt hoch. Wenn beispielsweise die 12-VDC-Spannungsleitung in Abbildung 6 in dem Moment, in dem sie über einen mechanischen Schalter mit dem Abwärtswandler verbunden wird, bereits aktiviert ist, dann wird die Steilheit des Spannungsanstiegs nur durch den Quellenwiderstand und den Widerstand und die parasitäre Induktivität der Leitungen und Leiterplattenflächen und des Schalters begrenzt. Für diesen Anwendungshinweis wurden Widerstand und Induktivität eines 30 cm langen, mit zwei Bananensteckern versehenen Kabels gemessen. Die ermittelten Werte waren 8 mΩ bzw. 0,3 μH. In der Praxis sind alle Spannungsquellen strombegrenzt, aber wenn der 12-VDC-Bus eine hohe Ausgangskapazität aufweist – eine Tatsache, die für das zur Erstellung des vorliegenden Anwendungshinweises im Labor verwendete DC-Netzteil zutrifft – dann kann der Ladestrom beim Schließen des mechanischen Schalters schnell einen Wert von 30 A und mehr annehmen (Abbildung 7).

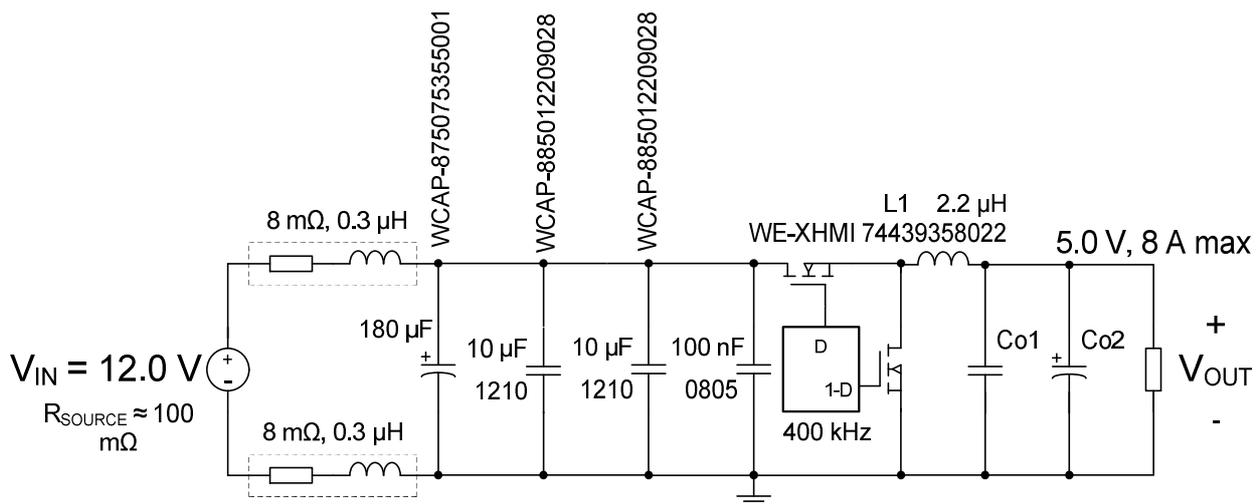


Abbildung 6: Schaltbild des im Test verwendeten Abwärtswandlers mit Quellenwiderstand, Zuleitungswiderstand und Induktivität sowie allen Eingangskondensatoren

APPLICATION NOTE



Stromspitzensicheres Eingangsfilter mit WE-MPSB Multilayer Power Suppression Bead

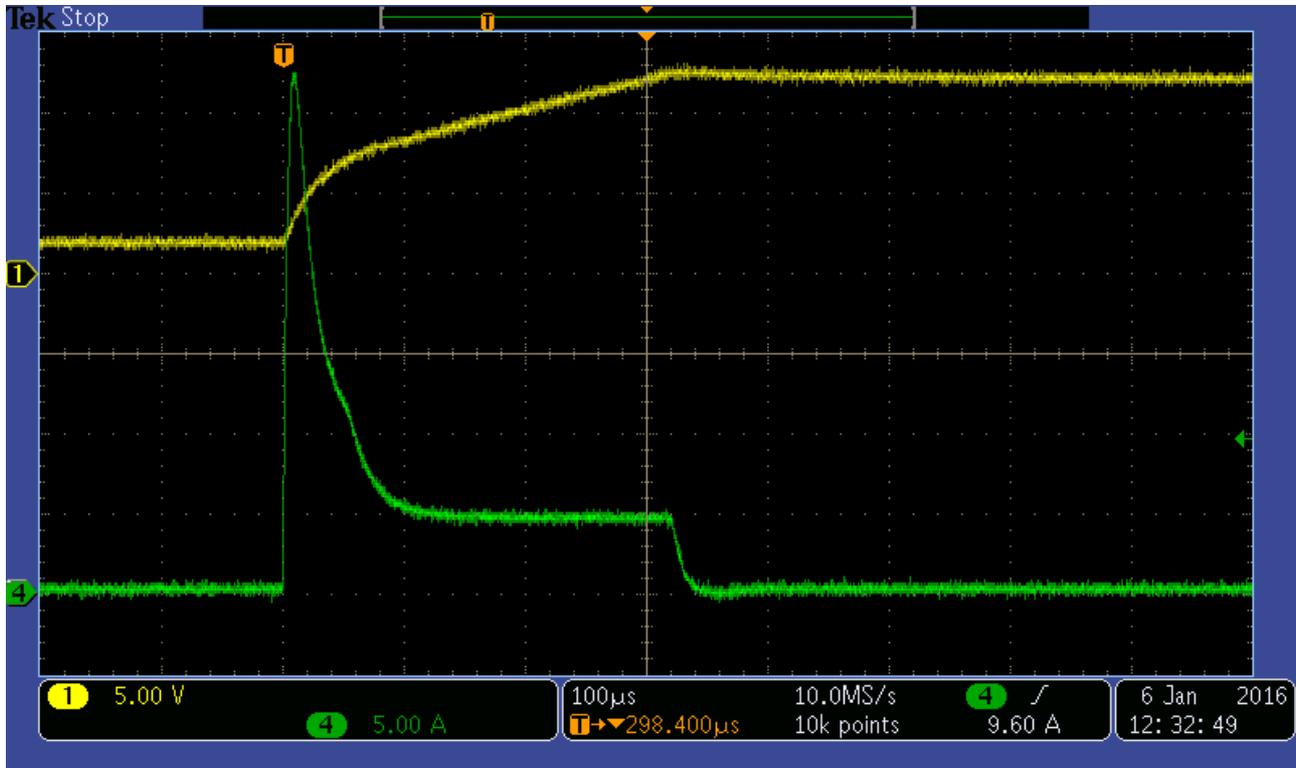


Abbildung 7: Angelegter Eingangsstrom (33 A) für einen 12-VDC-Bus mit annähernd verzögerungsfreier Verbindung zur Aufladung einer Eingangskapazität von 20μF für Keramik und 180μF für Polymer-Aluminium

Abbildung 7 zeigt einen Impuls mit einem Spitzenwert von ca. 33 A, der nach ca. 100μs auf den Stromgrenzwert 5 A des im Labor als Eingangsquelle verwendeten Netzteils abgefallen ist. Danach dauert es weitere 200μs, um die Eingangskondensatoren auf den Zielwert von 12 V aufzuladen. Vergleichen Sie diese Wellenform einmal mit dem stabilen Strom der Eingangsquelle:

$$I_{\text{source, max}} = \frac{V_{\text{out}} \cdot I_{\text{out, max}}}{\eta \cdot V_{\text{in, min}}} = \frac{5 \text{ V} \cdot 8 \text{ A}}{0.95 \cdot 11.4 \text{ V}} = 3.7 \text{ A} \quad \text{Gl. 1.}$$

(η ist die gemessene Leistungseffizienz von 95 %)

Der Kompromiss, den der Schaltungsdesigner finden muss, liegt auf der Hand: Alle für das Eingangsfilter verwendeten Bauteile müssen in der Lage sein, die bei jedem Einschalten des Wandlers auftretenden Starkstromimpulse zu bewältigen, doch wäre der Einsatz von Ferriten, die für solche Spitzenströme ausgelegt sind, für den stationären Betrieb vollkommen überzogen.

3. Stromableitung beim Einschalten

Abbildung 8 zeigt denselben Abwärtswandler, wobei wir uns diesmal auf die Ausgabe konzentrieren wollen. Der Wandler verfügt über zwei Polymer-Aluminium-Ausgangskondensatoren (je 330μF) mit einem ESR von jeweils 20mΩ und zwei mehrlagige Keramik Kondensatoren (je 100μF) mit einem ESR von jeweils ca. 3mΩ. Diese Kondensatorbatterie kann innerhalb kürzester Zeit Starkstromimpulse liefern. Mithilfe des bereits bekannten 30cm-Kabels wurde der 5,0-V-Ausgang mit einer Last verbunden, die einen Ausgangsstrom von

APPLICATION NOTE



Stromspitzensicheres Eingangsfilter mit WE-MPSB Multilayer Power Suppression Bead

max. 8 A entnimmt. Wenn die 8-A-Last mit kurzer Anstiegszeit angeschlossen wird, erreicht der Spitzenstrom einen Wert von beinahe 25 A (Abbildung 9).

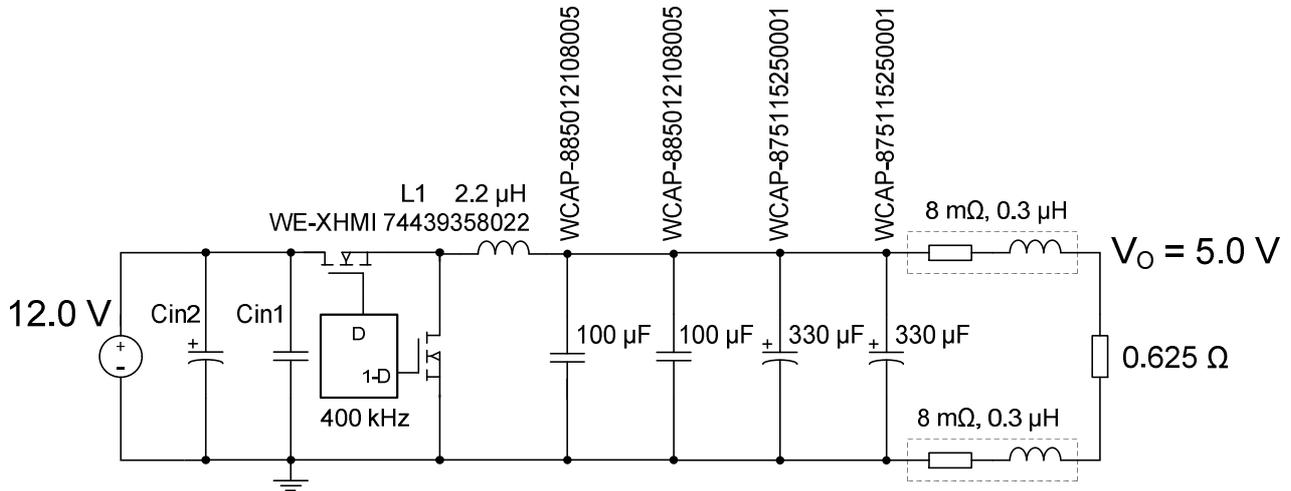


Abbildung 8: Schaltbild des im Test verwendeten Abwärtswandlers mit Lastwiderstand, Ableitungswiderstand und Induktivität sowie allen Ausgangskondensatoren

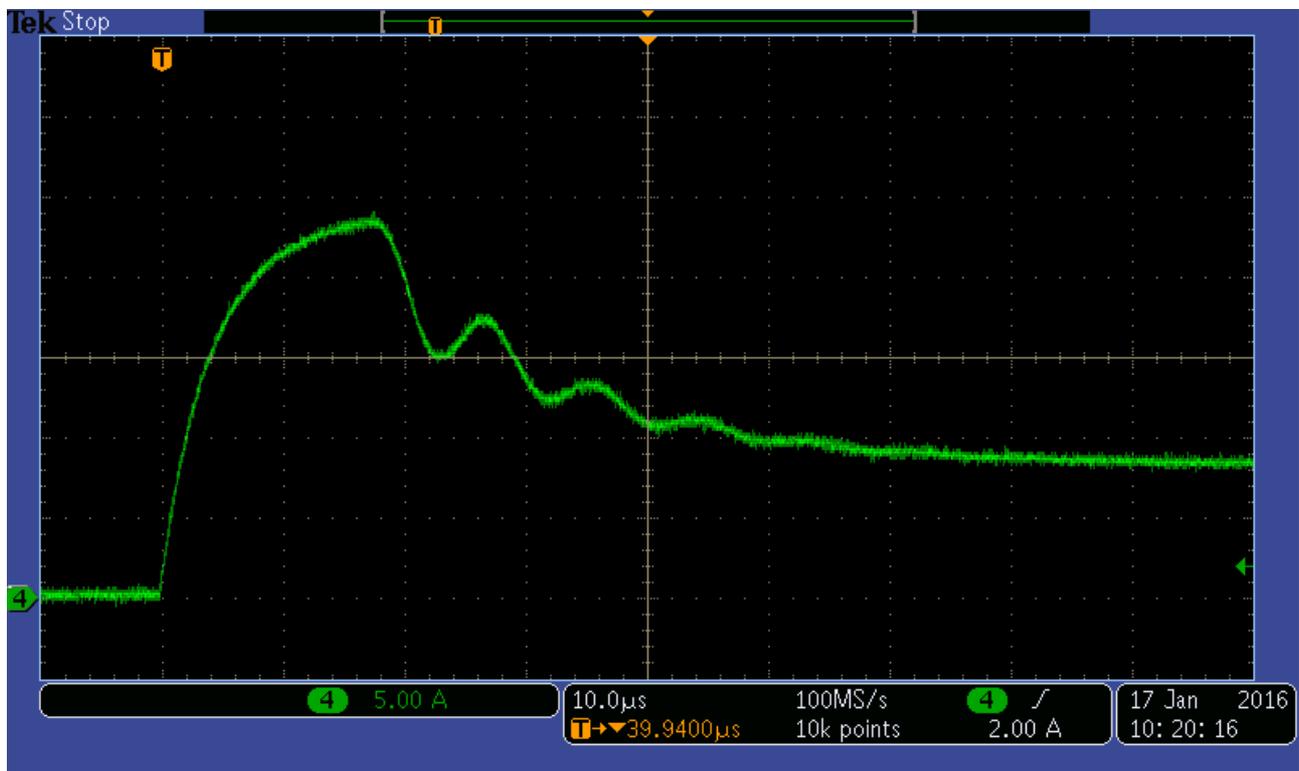


Abbildung 9: Ausgangsstrom für einen 5-VDC-Bus mit annähernd verzögerungsfreier Verbindung mit einer 8-A-Last, Ausgangskapazität 200µF für Keramik und 660µF für Polymer-Aluminium

APPLICATION NOTE



Stromspitzensicheres Eingangsfilter mit WE-MPSB Multilayer Power Suppression Bead

4. WE-MPSB Multilayer Power Suppression Bead verwenden

4.1. Probleme bei Angaben für den Ruhennennstrom

Die [WE-MPSB](#)-Produktfamilie wurde mit dem Ziel entwickelt, einen ähnlichen Impedanzbereich zu bieten wie die [WE-CBF](#)-Standardproduktreihe von Chipferriten. Die [WE-CBF](#)-Familie spezifiziert zwar Effektivnennströme, aber wie bei Chipferriten anderer Hersteller weder Spitzen- noch Impulsnennströme. Im vorliegenden Beispiel würden zur Bewältigung eines 33-A-Impulses mehrere Bauteile der [WE-CBF](#)-Baureihe mit Nennstromspezifikation benötigt, da der höchste Effektivnennstrom der Produktreihe 6 A beträgt (konkret Bauteile der Baugrößen 1806 und 1812). Mit nur einem Mitglied der [WE-CBF](#)-Familie – etwa dem für 4 A ausgelegten [742 792 150](#) in der Baugröße 1206 mit einem Nennwiderstand von 80 Ω bei 100MHz ließe sich der Nennstrom bewältigen, aber das wiederholte Auftreten von Einschaltspürngen könnte hier zu Fehlern wie den in Abbildung 8 gezeigten führen.



Abbildung 10: Durch Überstrom und Überhitzung geschmolzene und durchgebrannte Chipferrite

Für die Plus- und die Minuszuleitung würden jeweils sechs derartige Bauteile benötigt, was aus mehreren Gründen unpraktisch ist: Erstens müssten die Chipferrite für Dauerströme parallel geschaltet werden, wobei ihr positiver Temperaturkoeffizient dann dafür sorgt, dass der Strom mehr oder weniger gleichmäßig verteilt wird. Allerdings ist eine solche Stromverteilung weder getestet noch für kurzzeitige Stromimpulse garantiert. Zweitens sorgt eine parallele Anordnung mehrerer Bauteile mit einer vor allem durch Widerstand und Induktivität bestimmten Impedanz dafür, dass Induktivität, Widerstand und Impedanz abfallen, was wiederum die gewünschte Ausfilterung von Störungen beeinträchtigt. Drittens bedeuten sechs Bauteile höhere Kosten und mehr Platz auf der Leiterplatte.

4.2. Das passende WE-MPSB-Modell auswählen

In Situationen, in denen Stromspitzen den Durchschnittsstrom im Verhältnis von 3:1 bis hinauf zu 10:1 überschreiten, kommt der WE-MPSB zum Einsatz. Beim ersten Durchgang der Chipferritauswahl werden alle Bauteile geprüft, die den Effektivstrom von 3,7 A bewältigen.

4.2.1. Stromspitzensichere Ferrite für den Eingang

In unserer Anwendung erwarten wir ca. 10.000 Schaltvorgänge während der gesamten Lebensdauer, d. h. 10.000 Impulse der Stärke 33 A belasten den WE-MPSB des Eingangsfilters und wollen bewältigt werden. Der erste und wohl auch komfortabelste Ansatz besteht darin, diese Daten in den Pulse Designer von **REDEXPERT** einzugeben. Es verbleiben neun Bauteile, die wir zur einfacheren Vergleichbarkeit alle im *Produktspeicher* abgelegt haben.

APPLICATION NOTE



Stromspitzensicheres Eingangsfilter mit WE-MPSB Multilayer Power Suppression Bead

Abbildung 11: Impulsdauer, Spitzenstrom und Anzahl der Impulse eingeben

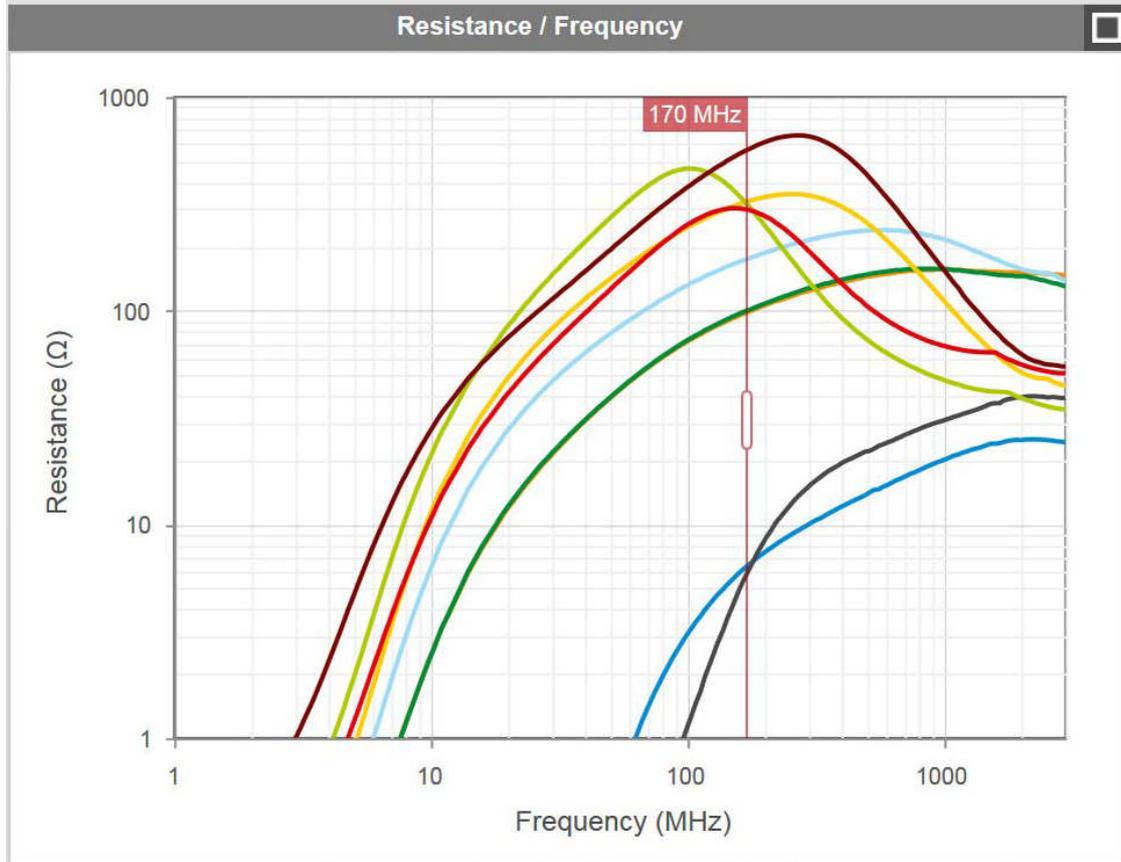
4.2.2. Validierung des Wirkwiderstands

Von den neun verbleibenden [WE-MPSB](#)-Bauteilen wählen wir nun dasjenige mit dem höchsten Widerstand (nicht der höchsten Gesamtimpedanz) im Störfrequenzbereich aus. Im Allgemeinen weisen Chipferrite ihren höchsten Widerstand an der Frequenz ihrer höchsten Gesamtimpedanz auf, doch ist für andere Frequenzen keine allgemeine Näherung möglich. Die schnellste Möglichkeit, das beste Bauteil zu ermitteln, ist die Verwendung von **REDEXPERT** von Würth Elektronik (www.we-online.com/redexpert). Als registrierter Benutzer können Sie den Schieberegler im Diagramm auf 170MHz setzen (siehe Abbildung 12) und dem Raster anschließend direkt die Widerstandswerte für jedes Bauteil entnehmen. Sie können sogar eine absteigende Sortierung festlegen, in der das Teil mit dem höchsten Widerstand ganz oben steht.

APPLICATION NOTE



Stromspitzensicheres Eingangsfilter mit WE-MPSB Multilayer Power Suppression Bead



Order Code	Series	Size	Spec	Type	N @33.0 A	Z	R @170 MHz	R _{DC}	I _R
74279224251	WE-MPSB	2220		High Current	18.7 k	250 Ω @100 MHz	298	12.0 mΩ	4.00 A
74279224181	WE-MPSB	2220		High Current	62.5 k	180 Ω @100 MHz	174	10.0 mΩ	5.00 A
74279224101	WE-MPSB	2220		High Current	11.3 k	100 Ω @100 MHz	99.8	5.00 mΩ	7.00 A
74279226101	WE-MPSB	1812		High Current	11.3 k	100 Ω @100 MHz	97.8	6.00 mΩ	8.00 A
7427922808	WE-MPSB	0603		High Current	15.7 k	8.00 Ω @100 MHz	6.32	2.50 mΩ	9.50 A
74279221100	WE-MPSB	1206		High Current	27.2 k	10.0 Ω @100 MHz	5.78	1.00 mΩ	10.5 A

Abbildung 12: Ermittlung des geeignetsten WE-MPSB per RED EXPERT (Ergebnis: [742 792 245 51](#))

Bei Berücksichtigung der obigen Parameter ist das rot hervorgehobene Bauteil [WE-MPSB 742 792 245 51](#) offenbar die für unsere Anwendung beste Komponente. Der Nennstrom beläuft sich auf 4,0 A und das Bauteil kann 18.700 Impulse je 33 A mit einer Dauer von je 8ms bewältigen. Berücksichtigt man, dass 8ms wesentlich mehr ist als der Erstimpuls von 500µs und die kurze Stromspitze (100µs), dann sollte die Sicherheitsreserve ausreichend groß sein. Von allen geeigneten Bauteilen ist dies dasjenige mit dem höchsten Widerstand bei 170MHz.

APPLICATION NOTE



Stromspitzensicheres Eingangsfilter mit WE-MPSB Multilayer Power Suppression Bead

4.2.3. Impulsstabile Ferrite für den Ausgang

Der ausgegebene Effektivstrom ist identisch mit dem durchschnittlichen Ausgangsstrom von 8.0 A. Gehen wir analog zur obigen Beschreibung vor, dann gibt es fünf Kandidaten mit einem Nennwert von mehr als 8.0 A:

Order Code	Series	Size	Spec	Type	N @ 25.00 A	Z	R @170 MHz	R _{DC}	I _R
74279225101	WE-MPSB	3312		High Current	17.0 k	100 Ω @100 MHz	110 Ω	4.00 mΩ	10.0 A
74279226101	WE-MPSB	1812		High Current	55.1 k	100 Ω @100 MHz	97.8 Ω	6.00 mΩ	8.00 A
74279223560	WE-MPSB	1612		High Current	32.2 k	56.0 Ω @100 MHz	56.1 Ω	4.00 mΩ	10.0 A
7427922808	WE-MPSB	0603		High Current	81.4 k	8.00 Ω @100 MHz	6.32 Ω	2.50 mΩ	9.50 A
74279221100	WE-MPSB	1206		High Current	100 k	10.0 Ω @100 MHz	5.78 Ω	1.00 mΩ	10.5 A

Abbildung 13: Geeignete Bauteile für das Ausgangsfilter

Alle fünf Bauteile (siehe Abbildung 13) können über 10.000 Impulse bewältigen und haben einen Effektivnennstrom > 8 A. Deswegen hängt die endgültige Entscheidung von einem EMV-Test ab, um festzustellen, welches Bauteil die Störungen am besten unterdrückt. Dabei sind die kleineren Teile preisgünstiger, aber in der Störungsunterdrückung auch weniger leistungsfähig.

4.2.4. EMV-Test der ausgewählten Bauteile

Für die abschließenden Labortests haben wir den erwähnten [WE-MPSB 742 792 245 51](#) am Eingang und den [WE-MPSB 742 792 251 01](#) am Ausgang ergänzt. Wie sich leicht erkennen lässt, ist die grüne Ausgangsspannung bereits jetzt extrem gedämpft.

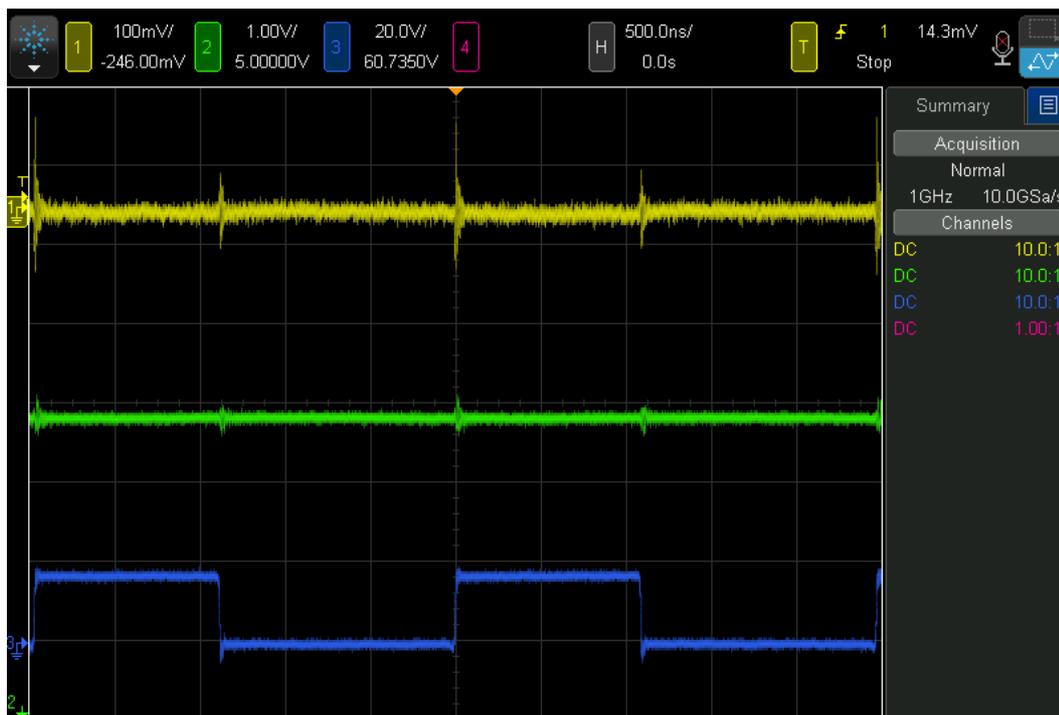


Abbildung 14: Laborergebnisse des EMV-Tests. Die grün dargestellte Ausgangsspannung ist annähernd vollständig gedämpft.

APPLICATION NOTE



Stromspitzensicheres EingangsfILTER mit WE-MPSB Multilayer Power Suppression Bead

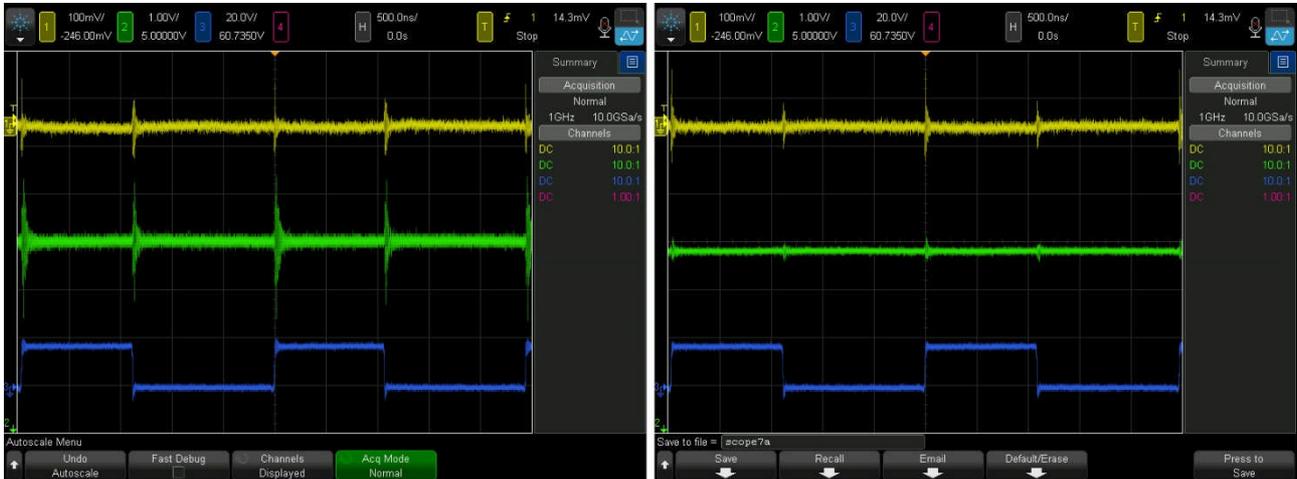
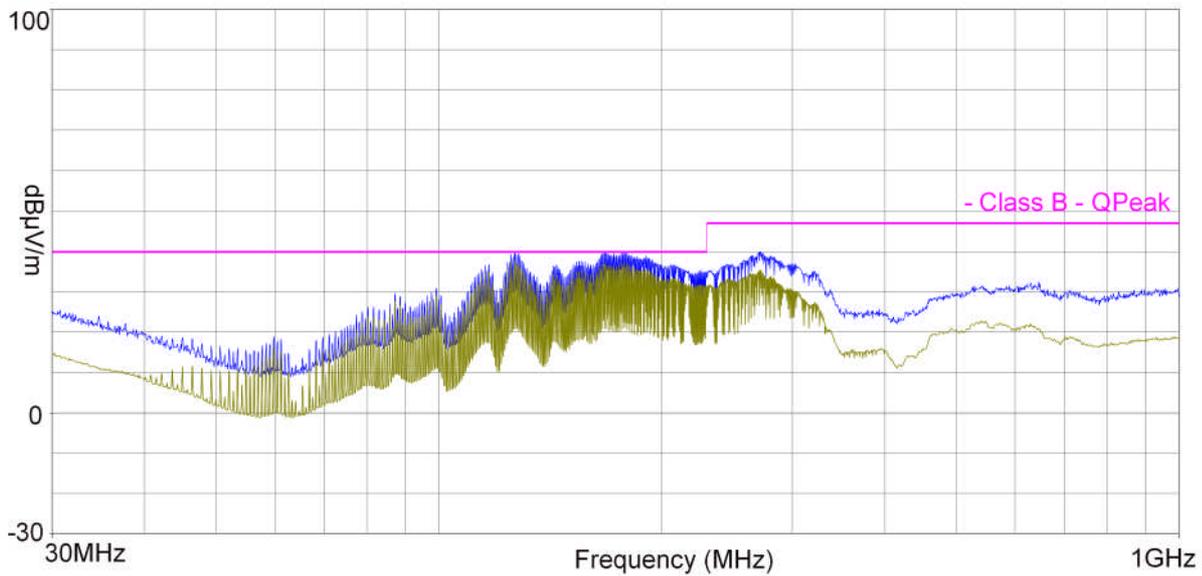


Abbildung 15: Vergleich ungefilterter und gefilterter Spannungen und der resultierende Filtereffekt auf die PARD-Störung

Scans der EMI-Abstrahlung zeigen, dass die Chipferrite die PARD-Störung erfolgreich dämpfen. Insbesondere beim PARD-Ringing im 170MHz-Bereich wurde die EMI erheblich verbessert.



APPLICATION NOTE



Stromspitzensicheres Eingangsfilter mit WE-MPSB Multilayer Power Suppression Bead

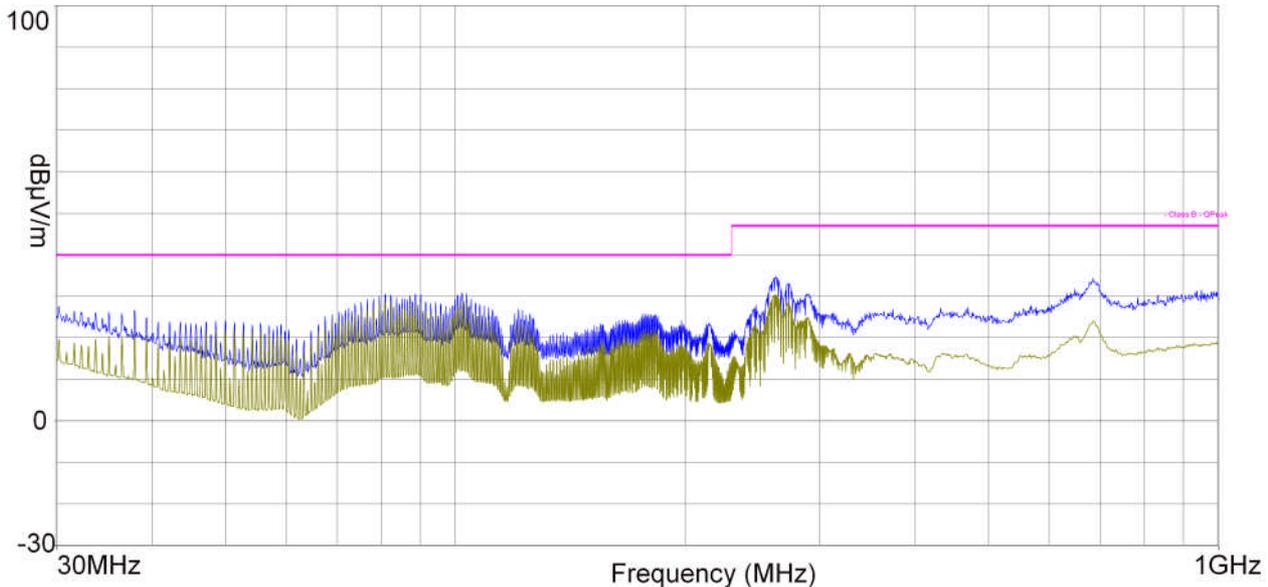


Abbildung 16: Laborergebnisse des EMV-Tests. Die verwendeten WE-MPSB-Chipferrite in der nachfolgenden Messung verbessern die EMI-Abstrahlung im Bereich zwischen 100 und 250MHz im Vergleich zum Aufbau ohne WE-MPSB erheblich.

5. Weitere Anmerkungen

5.1. Einfluss von R_{DC} auf den Gesamtwirkungsgrad

Der verwendete [WE-MPSB 742 792 245 51](#) hat einen Gleichstromwiderstand von 35 m Ω , wodurch sich zusätzliche Leitungsverluste ergeben, was Effizienzeinbußen zur Folge hat. Die Messungen in unserem Labor zeigen lediglich eine leichte Verschlechterung des Wirkungsgrades von 95 auf 94,5 % für jeden verwendeten Chipferrit. Um dies genauer zu untersuchen, berechnen wir den Wirkungsgrad wie folgt:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{V_{out} \cdot I_{out}}{V_{in} \cdot I_{in} + R_{DC} \cdot I_{in}^2} = \frac{5 \text{ V} \cdot 8 \text{ A}}{12 \text{ V} \cdot 3,5 \text{ A} + 35 \text{ m}\Omega \cdot 3,5^2 \text{ A}^2} = 94,3\% \quad \text{Gl. 2.}$$

5.2. Einfluss der Gleichstromvorspannung auf die Impedanzkurve

Wie alle magnetischen Teile gehorchen auch die Chipferrite dem physikalischen Prinzip der Elementarmagnete. Bei steigender Gleichstromstärke unterliegen sie einer Sättigung, die am Ende vollständig ist. Durch diesen Sättigungseffekt verschiebt sich die Impedanzkurve (Abbildung 167). Der Induktivitätsspitzenwert bleibt beinahe konstant, bei einem Abfall von etwa 40 % des Ursprungswertes, während die Impedanz bei niedrigeren Frequenzen erheblich – um bis zu 90 % – abfällt. Im tiefen Frequenzbereich dominiert der induktive Anteil, der für die Sättigung mit Gleichstrom verantwortlich ist; oberhalb der SRF dominiert dagegen der kapazitive Anteil, auf den der Gleichstrom keine Wirkung hat.

Führen Sie Ihre EMI-Messungen jedoch bei Vollaststrom durch, dann ist diese Impedanzverschiebung (schlimmstenfalls) in Ihren Messungen berücksichtigt, und Sie können den Effekt getrost ignorieren. Wichtig zu wissen ist, dass die durch den Gleichstrom verursachte Impedanzverschiebung umso schwächer ausfällt, je größer die Chipferrite sind.

APPLICATION NOTE



Stromspitzensicheres Eingangsfilter mit WE-MPSB Multilayer Power Suppression Bead

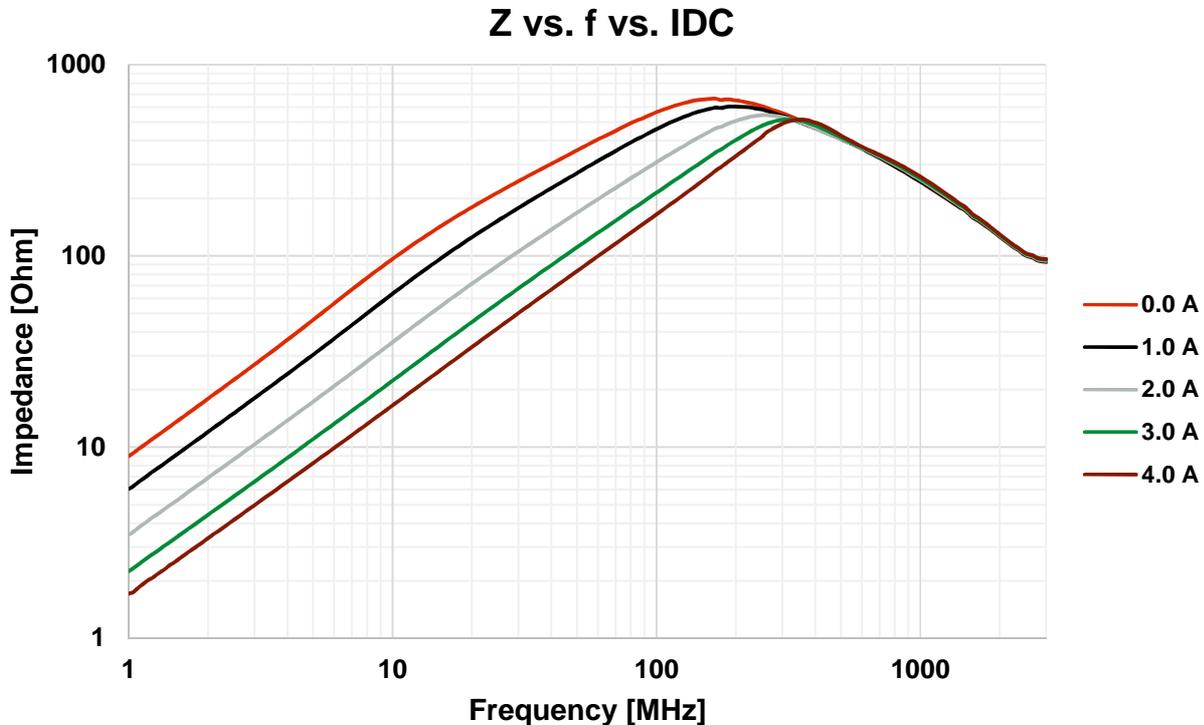


Abbildung 167: Impedanz von [WE-MPSB 742 792 245 51](#) mit DC Vormagnetisierungsstrom von 0-4 A

6. Fazit

Chipferrite sind am besten von allen Bauteilen zur Reduzierung hochfrequenter Störungen im Bereich über 10MHz geeignet. In Netzteillayouts müssen sie möglichst nah an der Störquelle (Eingangs- und Ausgangsanschlüsse) angeordnet sein, um zugeleitete EMI an den E/A-Kabelbäumen auszufiltern. Hierdurch wird verhindert, dass aus leitungsgebundener EMI EMI-Abstrahlungen werden. Als erste und letzte Bauteile in der Kette können Chipferrite zur Dämpfung großer Spitzenströme verwendet werden, und Schaltungsdesigner können nun Bauteile auswählen, die Störungen ohne nennenswerte Auswirkungen auf die Leistungseffizienz ausfiltern und Spitzenstromimpulse mit höchster Zuverlässigkeit bewältigen.

7. Stückliste

Index	Beschreibung	Größe	Wert	Best.-Nr.
	WE-MPSB Multilayer Power Suppression Bead	2220	4 A, 550 Ω	742 792 251 51
	WE-MPSB Multilayer Power Suppression Bead	3312	10 A, 100 Ω	742 792 251 01

ANWENDUNGSHINWEIS



Stromspitzensicheres Eingangsfilter mit WE-MPSB Multilayer Power Suppression Bead

WICHTIGER HINWEIS

Der Anwendungshinweis basiert auf unserem aktuellen Wissens- und Erfahrungsstand, dient als allgemeine Information und ist keine Zusicherung der Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG zur Eignung des Produktes für Kundenanwendungen. Der Anwendungshinweis kann ohne Bekanntgabe verändert werden. Dieses Dokument und Teile hiervon dürfen nicht ohne schriftliche Genehmigung vervielfältigt oder kopiert werden. Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG und seine Partner- und Tochtergesellschaften (nachfolgend gemeinsam als „WE“ genannt) sind für eine anwendungsbezogene Unterstützung jeglicher Art nicht haftbar. Kunden sind berechtigt, die Unterstützung und Produktempfehlungen von WE für eigene Anwendungen und Entwürfe zu nutzen. Die Verantwortung für die Anwendbarkeit und die Verwendung von WE-Produkten in einem bestimmten Entwurf trägt in jedem Fall ausschließlich der Kunde. Aufgrund dieser Tatsache ist es Aufgabe des Kunden, erforderlichenfalls Untersuchungen anzustellen und zu entscheiden, ob das Gerät mit den in der Produktspezifikation beschriebenen spezifischen Produktmerkmalen für die jeweilige Kundenanwendung zulässig und geeignet ist oder nicht.

Die technischen Daten sind im aktuellen Datenblatt zum Produkt angegeben. Aus diesem Grund muss der Kunde die Datenblätter verwenden und wird ausdrücklich auf die Tatsache hingewiesen, dass er dafür Sorge zu tragen hat, die Datenblätter auf Aktualität zu prüfen. Die aktuellen Datenblätter können von www.we-online.com heruntergeladen werden. Der Kunde muss produktspezifische Anmerkungen und Warnhinweise strikt beachten. WE behält sich das Recht vor, an seinen Produkten und Dienstleistungen Korrekturen, Modifikationen, Erweiterungen, Verbesserungen und sonstige Änderungen vorzunehmen.

Lizenzen oder sonstige Rechte, gleich welcher Art, insbesondere an Patenten, Gebrauchsmustern, Marken, Urheber- oder sonstigen gewerblichen Schutzrechten werden hierdurch weder eingeräumt noch ergibt sich hieraus eine entsprechende Pflicht, derartige Rechte einzuräumen. Durch Veröffentlichung von Informationen zu Produkten oder Dienstleistungen Dritter gewährt WE weder eine Lizenz zur Verwendung solcher Produkte oder Dienstleistungen noch eine Garantie oder Billigung derselben.

Die Verwendung von WE-Produkten in sicherheitskritischen oder solchen Anwendungen, bei denen aufgrund eines Produktausfalls sich schwere Personenschäden oder Todesfällen ergeben können, sind unzulässig. Des Weiteren sind WE-Produkte für den Einsatz in Bereichen wie Militärtechnik, Luft- und Raumfahrt, Nuklearsteuerung, Marine, Verkehrswesen (Steuerung von Kfz, Zügen oder Schiffen), Verkehrssignalanlagen, Katastrophenschutz, Medizintechnik, öffentlichen Informationsnetzwerken usw. weder ausgelegt noch vorgesehen. Der Kunde muss WE über die Absicht eines solchen Einsatzes vor Beginn der Planungsphase (Design-In-Phase) informieren. Bei Kundenanwendungen, die ein Höchstmaß an Sicherheit erfordern und die bei Fehlfunktionen oder Ausfall eines elektronischen Bauteils Leib und Leben gefährden können, muss der Kunde sicherstellen, dass er über das erforderliche Fachwissen zu sicherheitstechnischen und rechtlichen Auswirkungen seiner Anwendungen verfügt. Der Kunde bestätigt und erklärt sich damit einverstanden, dass er ungeachtet aller anwendungsbezogenen Informationen und Unterstützung, die ihm durch WE gewährt wird, die Gesamtverantwortung für alle rechtlichen, gesetzlichen und sicherheitsbezogenen Anforderungen im Zusammenhang mit seinen Produkten und der Verwendung von WE-Produkten in solchen sicherheitskritischen Anwendungen trägt. Der Kunde hält WE schad- und klaglos bei allen Schadensansprüchen, die durch derartige sicherheitskritische Kundenanwendungen entstanden sind.

NÜTZLICHE LINKS

Application Notes:

<http://www.we-online.com/app-notes>

REDEXPERT-Entwurfs-Tool:

<http://www.we-online.com/redexpert>

Toolbox:

<http://www.we-online.com/toolbox>

Produktkatalog:

<http://katalog.we-online.de/de/>

KONTAKTINFORMATIONEN

Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG

Max-Eyth-Str. 1, 74638 Waldenburg, Germany

Phone: +49 7942 945-0

E-Mail: appnotes@we-online.de

Web: <http://www.we-online.com>