

APPLICATION NOTE

ANS018 | EMV-Filterkonstruktion für nicht-isolierte DC/DC-Wandler



Timur Uludag

1. EINLEITUNG

Heutzutage werden viele Industrieanwendungen mit Eingangsspannungen von maximal 5 V_{DC} betrieben, wie in Abbildung 1 gezeigt. Als Stromverteilungssystem zur Versorgung solcher Anwendungen wird häufig eine Gleichstrom-Bussspannung von 24 V_{DC} verwendet. Zur Umwandlung der höheren Gleichstrom-Bussspannung in eine niedrigere Spannung werden DC/DC-Power-Module verwendet.

Ein deutlicher Vorteil der Verwendung von Power-Modulen besteht darin, dass sehr hohe Wirkungsgrade (oft über 90 %) erzielt werden können. Allerdings stellt das Schaltverhalten dieser Module das Design vor zusätzliche Herausforderungen. Durch die kontinuierlichen Schaltvorgänge des Power-Moduls

während des Betriebs entsteht Störenergie, die sich negativ auf die Bauteile der Anwendung auswirken kann. Daher sollten Entwickler:innen bei der Verwendung von DC/DC-Power-Modulen prüfen, ob in ihrem Design die Implementierung von Maßnahmen zur EMV-Filterung erforderlich ist.

Abbildung 1 zeigt das Blockdiagramm einer typischen Anwendung in einer Industrieumgebung mit einem 24-V_{DC}-Bus. Hier werden nicht-isolierte Power-Module eingesetzt, um die Betriebsspannungen für alle Subsysteme bereitzustellen. Dies verdeutlicht die Bedeutung von DC/DC-Wandlern für industrielle Anwendungen, da die vorhandenen Subsysteme mit jeweils unterschiedlichen Spannungspegeln versorgt werden müssen. Die gewandelten Spannungen können zur Versorgung speicherprogrammierbarer

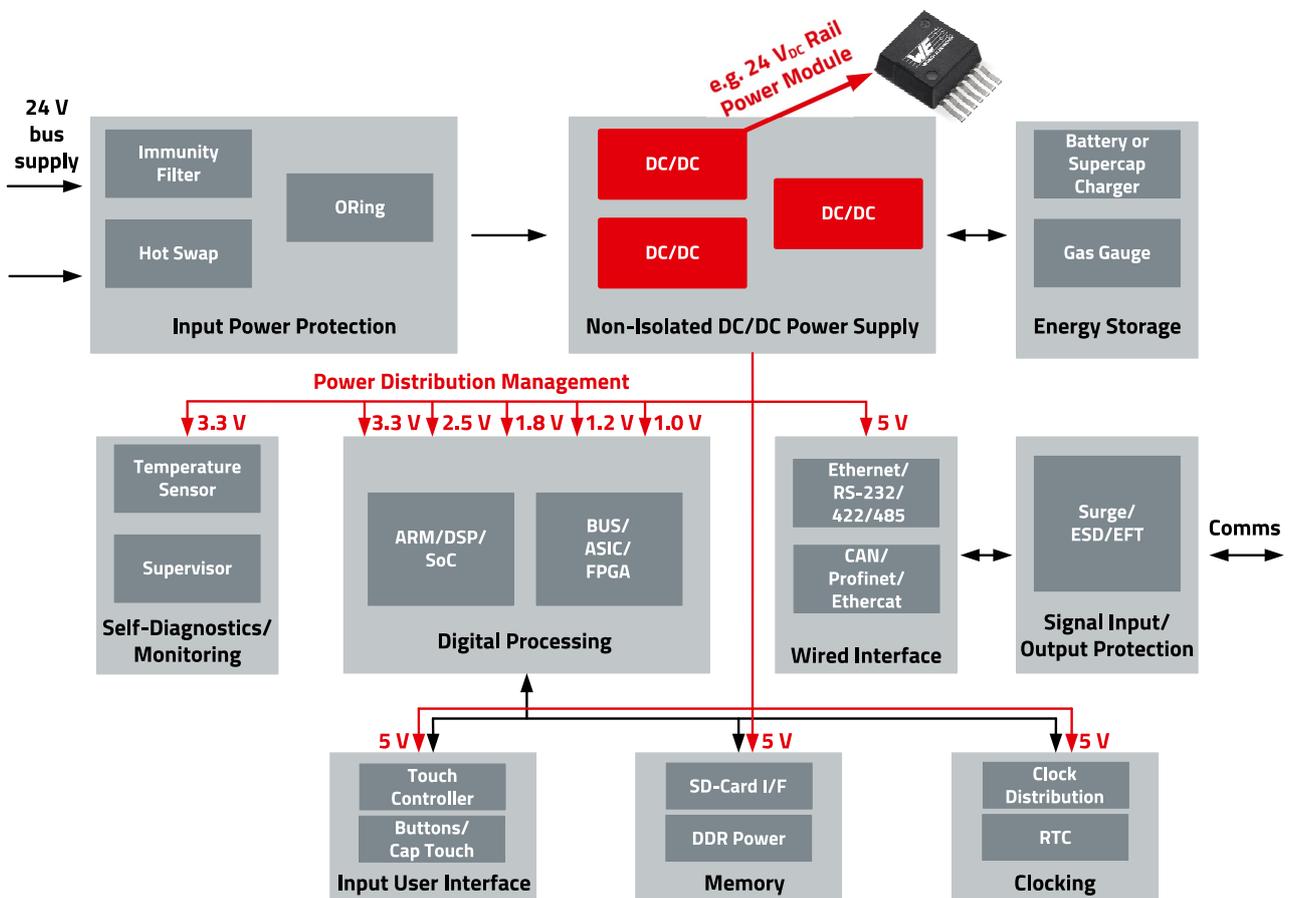


Abbildung 1: Typische Industrieanwendungsumgebung.

APPLICATION NOTE

ANS018 | EMV-Filterkonstruktion für nicht-isolierte DC/DC-Wandler

Steuerungssysteme oder weiterer Peripherieschnittstellen zur Datenerfassung oder -übertragung sowie Mensch-Maschine-Schnittstellen wie beispielsweise industrielle Bediengeräte verwendet werden.

Das DC/DC-Power-Modul [171032401](#) ist ein vollständig integrierter DC/DC-Wandler, der den Schaltregler-IC mit integrierten MOSFETs, Kompensation und geschirmter Induktivität in einem Gehäuse kombiniert. Physikalisch bedingt verursachen die Schaltvorgänge der MOSFETs in jedem DC/DC-Wandler EMV-Störungen, unabhängig davon, ob es sich um diskrete oder vollständig integrierte Lösungen wie im Power-Modul handelt. Je nach Schaltfrequenz können diese Störungen z. B. als Amplituden von leitungsgebundenen harmonischen Störungen in der EMV-Messung Grenzwertüberschreitungen verursachen. Daher ist im Kontext von EMV-Filtern für nicht-isolierte DC/DC-Wandler ein wesentliches Verständnis der EMV-Grundlagen unerlässlich. In den Kapiteln 2 und 3 werden die Grundlagen zu Emissionstypen und Störmodi dargelegt.

2. TYPEN VON EMV-EMISSIONEN

2.1 Leitungsgebundene EMV

Leitungsgebundene Emissionen sind Störungen, die ein Gerät über seine elektrischen Verbindungen in das angeschlossene System einspeist. Eine solche Störspannung wird in der Regel logarithmisch in dB μ V angegeben und ist eine Wechselspannung.

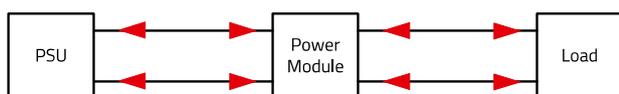


Abbildung 2: Blockdiagramm der leitungsgebundenen EMV.

Die Pfeile in Abbildung 2 symbolisieren Störungen, die von verschiedenen Systemen kommend in unterschiedliche Richtungen fließen und daher sowohl Quellen als auch Senken sein können. Bei Power-Modulen dient die Norm IEC 55032/CISPR32, „Elektromagnetische Verträglichkeit von Multimediageräten und -einrichtungen: Anforderungen an die Störaussendung“ (abgeleitet von IEC 55022/CISPR22 und CISPR13) als Referenz für die Bewertung der Störspannungsgrenzwerte. Diese Norm findet Anwendung im Bereich der Informationstechnologie und legt die Grenzwerte für die Störspannung im Frequenzbereich zwischen 150 kHz

und 30 MHz fest. Hinsichtlich des Anwendungsbereichs werden zwei Klassen definiert:

- Klasse A: Für den Einsatz in industriellen Umgebungen.
- Klasse B: Für den Einsatz in unmittelbarer Nähe von Wohn-, Geschäfts- und Gewerbegebieten.

Die Störpegel werden in Maximalwert, Quasispitzenwert und Durchschnittswert unterteilt. Dabei gibt der Maximalwert lediglich den Spitzenwert des Störpegels an. Der Quasispitzenwert bewertet die „Modulationsfrequenz“ und -intensität, d. h. die Amplitude eines Signals. Je häufiger das Signal in seiner Periodizität auftritt und je „lauter“ es ist, desto höher ist der Quasispitzenwert. Auf diese Weise werden auch gepulste Signale mit niedriger Wiederholungsfrequenz erfasst und in ihrer Störwirkung gewichtet. Abbildung 3 zeigt die CISPR32-Grenzwerte für Quasispitzen- und Durchschnittspegel.

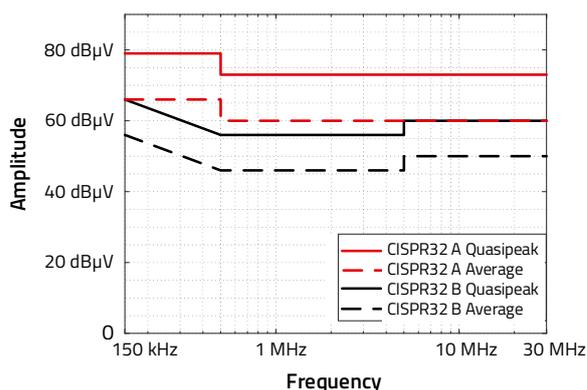


Abbildung 3: Grenzwerte für leitungsgebundene EMV gemäß IEC 55032/CISPR32.

2.2 EMV-Abstrahlungen

Im Gegensatz zu leitungsgebundenen Störaussendungen handelt es sich bei Störabstrahlungen um Störungen, die von der Störquelle durch den Raum zur Störquelle übertragen und in dB μ V/m gemessen werden. Abbildung 4 stellt die Abstrahlung des Power-Moduls und der angeschlossenen Last dar.

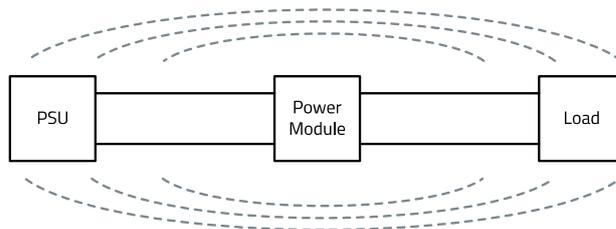


Abbildung 4: Schematische Darstellung einer EMV-Abstrahlung.

APPLICATION NOTE

ANS018 | EMV-Filterkonstruktion für nicht-isolierte DC/DC-Wandler

Die Grenzwerte für die Feldstärke der Störabstrahlung im Frequenzbereich zwischen 30 MHz und 1 GHz können ebenfalls der Norm CISPR32 entnommen werden. Diese sind in Abbildung 5 dargestellt.

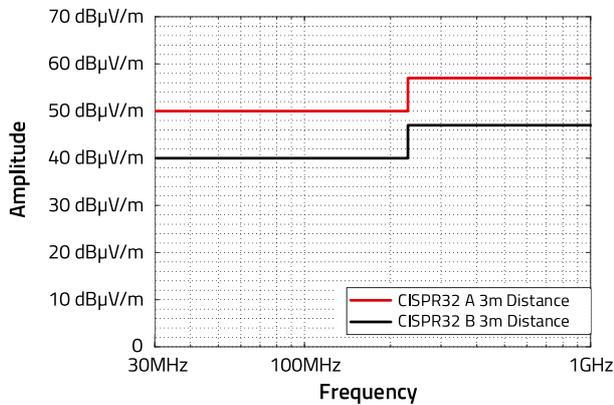


Abbildung 5: Grenzwerte für EMV-Abstrahlungen gemäß IEC 55032/CISPR32.

3. STÖRMODI

3.1 Gegentaktmodus

Bei Störungen im Gegentaktmodus fließt der Störstrom in Hin- und Rückleiter in entgegengesetzte Richtungen. Diese Ströme verursachen einen entsprechenden Spannungsabfall an der Impedanz der Störsenke. Abbildung 6 zeigt den Gegentaktstrom I_{DM} zwischen der Störquelle und der Störsenke am Beispiel eines nicht-isolierten Mag³C-Power-Moduls mit einer am Ausgang angeschlossenen Last.

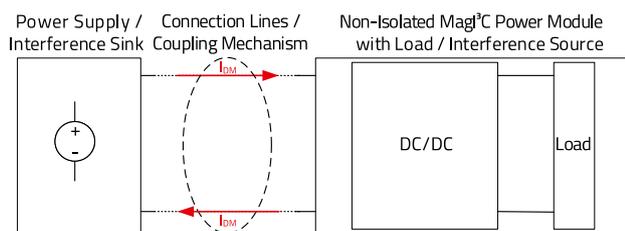


Abbildung 6: Gegentaktstörungen.

3.2 Gleichtakt

Der Störstrom I_{CM} von Gleichtaktstörungen fließt in Hin- und Rückleitern in die gleiche Richtung. In einer symmetrischen Schaltung verursachen diese Ströme an einer Störsenke zwischen den Hin- und Rückleitern keinen Spannungsabfall. Jedoch kann die Störspannung V_{CM} gegen Masse gemessen werden. Zusätzlich zum Gegentakt-Eingangsstrom ist bei isolierten Power-Modulen häufig ein Gleichtaktstrom zu beobachten. Die Gleichtaktschaltung wird durch die Kopplungskapazitäten zwischen Primär- und Sekundärwicklungen geschlossen. Damit der Strom auf dem

Hin- und Rückweg in die gleiche Richtung fließen kann, müssen die Streukapazitäten gegen Masse berücksichtigt werden. Nur bei Berücksichtigung dieser Streukapazitäten kann der Störkreis geschlossen werden. Dies wird in Abbildung 7 anhand eines isolierten Mag³C-Power-Moduls mit angeschlossener Last gezeigt. Die Streukapazitäten werden durch C_{P1} mit Verbindung zur Masse symbolisiert.

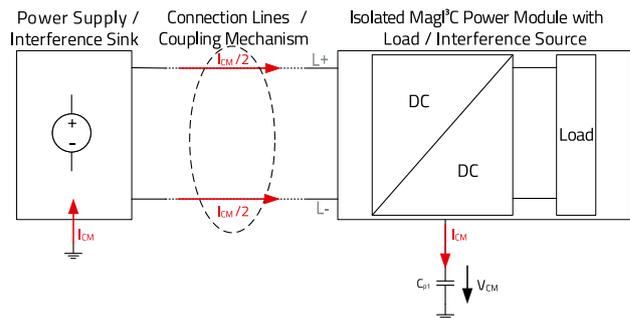


Abbildung 7: Gleichtaktstörungen.

4. STÖRUNGEN MIT PASSIVEN FILTERN REDUZIEREN

Passive Filter sind frequenzabhängige Strom- und Spannungsteiler, die aus L-, C- und R-Bauteilen bestehen. Diese Strom- und Spannungsteiler reduzieren Störaussendungen des Power-Moduls an der Störsenke. Allerdings ist die Filterwirkung mit passiven Komponenten eingeschränkt, da diese passiven Bauteile parasitäre Elemente aufweisen. Beispielsweise verhält sich der Kondensator oberhalb der Resonanzfrequenz zunehmend wie eine Induktivität und zeigt demnach induktives Phasenverhalten. Das bedeutet, dass sich die Phasenverschiebung allmählich von -90° (kapazitiv) zu $+90^\circ$ (induktiv) ändert. Der Kondensator verhält sich über seiner Resonanzfrequenz wie eine induktive Impedanz und die Impedanz nimmt mit steigender Frequenz zu.

Ähnlich steigt der kapazitive Einfluss in einer Induktivität, sobald die Resonanzfrequenz der Induktivität überschritten wird. Die Phasenverschiebung geht, ausgehend von 90° langsam ins Minus und nähert sich -90° (kapazitives Verhalten) an, wobei der Verlauf stetig ist und von der Frequenz abhängt. In diesem Bereich verhält sich die Induktivität mehr oder weniger wie ein Kondensator, da die parasitäre Kapazität stärker wirkt als die Induktivität. Das heißt aber nicht, dass die Bauteile über ihrer Resonanzfrequenz keine Filterwirkung mehr haben. Vielmehr bedeutet es, dass ab dieser Frequenz genau auf die Impedanz des Bauteils geachtet werden muss, um die notwendige Filterwirkung trotz der parasitären

APPLICATION NOTE

ANS018 | EMV-Filterkonstruktion für nicht-isolierte DC/DC-Wandler

Eigenschaften zu erreichen. Typischerweise sind parasitäre Eigenschaften für Filter ab einem Frequenzbereich von ca. 50 MHz zu berücksichtigen. Da es in dieser Application Note jedoch um leitungsgebundene Störungen im Frequenzbereich bis maximal 40 MHz bei DC-DC-Wandlern geht, können zur EMV-Entstörung die meisten passiven Bauteile (Drosseln und Kondensatoren) verwendet werden. Die größere Herausforderung bei den betrachteten Filterschaltungen besteht darin, eine einwandfreie, d.h. Störpotenzialarme Bezugsmasse für den Kondensator zu erreichen und eine „Überkopplung“ des Filters zu verhindern.¹

5. EMV-FILTER FÜR NICHT ISOLIERTE MAGI³C-POWER-MODULE

Um sowohl leitungsgebundene Störungen wie auch Störabstrahlungen des Power-Moduls effektiv zu filtern, werden dem Eingangskreis eine Reihenimpedanz (Drossel) und eine Bypass-Impedanz (Kondensator) hinzugefügt, sodass sich ein Tiefpass mit einer Dämpfung von 40 dB/Dekade ergibt.

Normalerweise wird das Power-Modul mit einem erforderlichen Eingangskondensator betrieben, der ebenfalls in der Filterkonfiguration berücksichtigt werden muss. Das daraus resultierende Filterdesign wird im Allgemeinen als „Pi-Filter“ bezeichnet. Abbildung 8 zeigt den Schaltplan des LC-Filters, einschließlich der Störseke (Netznachbildung)² und eines nicht-isolierten MagI³C-Power-Moduls, das als Störquelle (Konstantstromquelle) dient. Hier entspricht die komplexe Impedanz Z_{BP1} dem Eingangskondensator, Z_{BP2} dem hinzugefügten Bypass-Kondensator, Z_L der Reiheninduktivität und Z_V der Impedanz der Störseke.

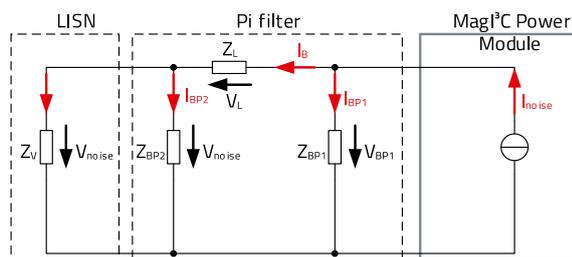


Abbildung 8: EMV-Modell mit dem MagI³C-Power-Modul als Stromquelle.

¹Die vorliegende Applikation Note widmet sich vorrangig passiven Filtern für nicht isolierte MagI³C-Power-Module und damit der Filterung von Gegentaktstörungen. Zum Verständnis der Filterung von Gleichtaktstörungen sowie des Aufbaus passiver Filter für isolierte MagI³C-Power-Module sei an dieser Stelle auf die Application Note [ANS022](#) von WE verwiesen.

Zur Vereinfachung des Modells wird die Konstantstromquelle in eine Konstantspannungsquelle umgewandelt, wobei die erste Bypass-Impedanz Z_{BP1} (Impedanz des Eingangskondensators) in die Spannungsquelle integriert wird. Dies kann erreicht werden, indem der Eingangskondensator als im Vergleich zur Drossel- und Netznachbildungsimpedanz sehr niedrige Impedanz betrachtet wird. Das bedeutet, dass der Eingangskondensator das dominierende Bauteil ist und die Spannung definiert, indem er in dieser Konfiguration den Hauptstrom aufnimmt. Auf diese Weise entsteht aufgrund der Reihenimpedanz Z_L und der zweiten Bypass-Impedanz Z_{BP2} eine LC-Filterwirkung.

Der resultierende Schaltplan ist in Abbildung 9 dargestellt.

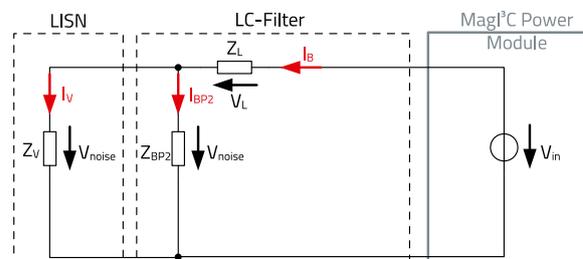


Abbildung 9: EMV-Modell mit dem MagI³C-Modul als Spannungsquelle.

Bei Zugrunde legen der soeben erörterten Annahmen lässt sich die Dämpfung eines LC-Filters wie nachfolgend beschrieben berechnen. Dabei entspricht die Spannung V_{IN} der Spannung, die auftritt, wenn das Power-Modul nur mit Eingangskondensatoren an der Netznachbildung angeschlossen ist. Folglich entspricht A_1 der gemessenen Amplitude eines Power-Moduls ohne weitere Filterung und A_2 entspricht der gemessenen Amplitude mit zusätzlichem Filter.

$$A_1 = 20 \cdot \log \left(\left| \frac{V_{IN}}{1 \mu V} \right| \right) \text{ dB}\mu V \quad (1)$$

$$A_2 = 20 \cdot \log \left(\left| \frac{V_{IN}}{1 \mu V} \cdot \frac{Z_V || Z_{BP2}}{Z_L + Z_V || Z_{BP2}} \right| \right) \text{ dB}\mu V \quad (2)$$

²Hier werden nur leitungsgebundene Emissionen bis 30 MHz berücksichtigt. Oberhalb von 30 MHz funktioniert das Impedanzkonzept der Netznachbildung nicht mehr, da es die typische Impedanz eines Haushaltsstromanschlusses nachbilden soll.

APPLICATION NOTE

ANS018 | EMV-Filterkonstruktion für nicht-isolierte DC/DC-Wandler

$$D = A_2 - A_1 = 20 \cdot \log \left(\left| \frac{Z_V \| Z_{BP2}}{Z_L + Z_V \| Z_{BP2}} \right| \right) \text{ dB} \quad (3)$$

Der Unterschied zwischen A_2 und A_1 resultiert in der Dämpfung D .

Diese Formel lässt sich vereinfachen, wenn die dominanten Teile der Schaltung betrachtet werden. So ist davon auszugehen, dass wenn ein Kondensator als Z_{BP2} verwendet wird, dieser der dominante Teil ist und die Parallelschaltung auf diesen reduziert werden kann. Daraus ergibt sich folgende Formel:

$$D = 20 \cdot \log \left(\left| \frac{Z_{BP2}}{Z_L + Z_{BP2}} \right| \right) \text{ dB} \quad (4)$$

Diese Formel kann unter der Bedingung, dass $Z_L \gg Z_{BP2}$ ist weiter vereinfacht werden. Dies beruht darauf, dass Z_L der dominante Teil für den Strom in dieser Schaltung ist.

$$D = 20 \cdot \log \left(\left| \frac{Z_{BP2}}{Z_L} \right| \right) \text{ dB} \quad (5)$$

Zur Bestimmung der Bauteilwerte muss diese Formel in C - und L -Werte umgerechnet werden siehe Abbildung 10.

$$D = 20 \cdot \log \left(\left| \frac{1}{-\omega^2 C_f L_f} \right| \right) \quad (6)$$

$$L_f = \frac{10^{\frac{D}{20}}}{\omega^2 C_f} \quad (7)$$

Beim Entwerfen passiver Filter ist zu berücksichtigen, dass die filternden Bauelemente nicht ideal sind, sondern, wie bereits erwähnt, parasitäre Impedanzen aufweisen. Darüber hinaus zeigen die Bauteile eine Leistungsreduzierung im Hinblick auf Spannung und/oder Strom. Beispielsweise nimmt die Kapazität eines Kondensators in Abhängigkeit von seinem Material und seiner Bauart mit steigender Gleichstromvorspannung ab, ebenso wie eine Drossel bei höherem Gleichstrom eine geringere Induktivität aufweist und in Kernsättigung gelangen kann.³

6. EMV-EINGANGSFILTER FÜR MAGI³C-POWER-MODULE

In den vorangegangenen Kapiteln wurde die Theorie der Filterkonstruktion erläutert. Für die praktische Umsetzung sind jedoch die exakten empfohlenen Bauteile von entscheidender Bedeutung, um ein leistungsfähiges Filter zu erhalten. Das Online-Designtool Redexpert⁴ von Würth Elektronik eignet sich hierfür hervorragend, da es die Impedanzkurven realer Filterkomponenten abbildet. Verwenden Sie außerdem den EMI-Filter-Designer, um Werte zu empfehlen und die resultierende Reaktion darzustellen. Aufgrund des Frequenzverhaltens von **MLCCs** wie auch von Polymerkondensatoren eignen sich diese Kondensatortypen sehr gut als Filterkondensatoren. Die Drosseln der Serie **WE-PD2** bieten hervorragende Eigenschaften für den Einsatz als Filterinduktivität. Zur Unterstützung der Entwickler:innen beim Schaltungsdesign bietet Würth Elektronik anwendungsspezifische Filterkonfigurationen für isolierte und nicht-isolierte Power-Module an. Abbildung 10 zeigt ein Beispiel für eine Filterschaltung eines nicht-isolierten Magi³C-Power-Moduls mit variabler Ausgangsspannung im TO-263EP-Gehäuse (**VDRM**). Das Modul benötigt zusätzliche, externe Eingangskapazitäten (C_2 und C_3), um die Eingangstromwelligkeit zu optimieren. Diese Eingangskapazität sollte so nah wie möglich an das Power Modul platziert werden.

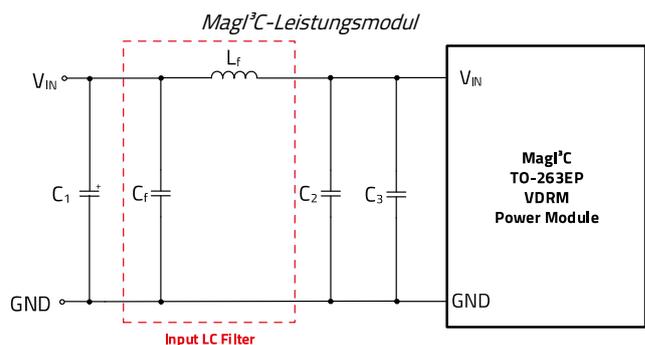


Abbildung 10: EMV-Eingangsfiler für nicht-isolierte Magi³C-Power-Module.

Der hier vorgestellte Ansatz für das Entwerfen von Eingangsfiltern gilt für das gesamte Portfolio nicht-isolierter Magi³C-Power-Module. Abbildung 11 und Abbildung 12 zeigen die gemessenen leitungsgebundenen Emissionen gemäß dem Prüfaufbau nach IEC55032/CISPR32 mit dem

³Referenzhandbuch: [Trilogie der induktiven Bauelemente](#)

⁴Link zu Redexpert: [Online-Design-Tool Redexpert von WE](#)

APPLICATION NOTE

ANS018 | EMV-Filterkonstruktion für nicht-isolierte DC/DC-Wandler

Evaluation Board [178032401](#) des MagI³C-Moduls [171032401](#) zur realistischen Validierung des Filterdesigns.

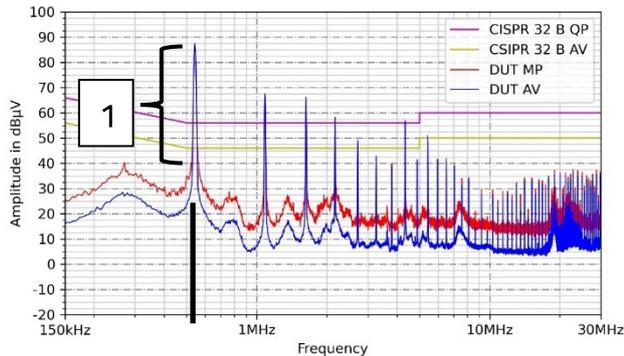


Abbildung 11: Gemessene leitungsgebundene Emissionen des MagI³C-VDRM [171032401](#) ohne Eingangsfiler.

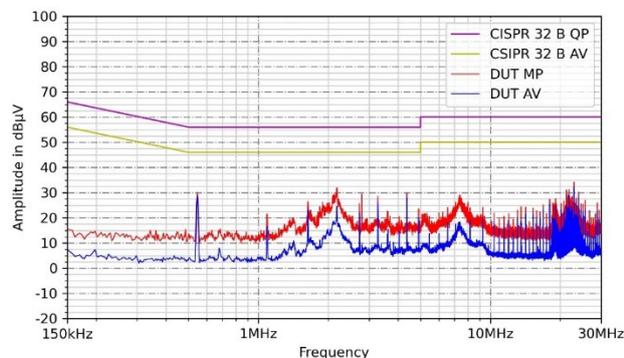


Abbildung 12: Gemessene leitungsgebundene Emissionen des MagI³C-VDRM [171032401](#) mit Eingangsfiler.

Das Diagramm zeigt, dass mit der Konfiguration ohne Filter die Grenzwerte der Norm IEC 55032/CISPR32 bei einer Schaltfrequenz von 500 kHz sowie bei einigen der folgenden Harmonischen überschritten werden. Daher ist eine zusätzliche Dämpfung D von über 40 dB erforderlich (vgl. Detail 1 in Abbildung 11). Mit der bereits bewerteten Gleichung können wir nun den erforderlichen Wert für die Induktivität L berechnen. Für die Berechnung der Induktivität L benötigen wir einen Startwert für die Kapazität C . Experimentell hat sich herausgestellt, dass $2 \times 4,7 \mu\text{F}$, d.h. der doppelte Wert der Eingangskapazität ein sinnvoller Ausgangswert ist. Diese Vorgehensweise wurde experimentell verifiziert und liefert die sinnvollsten Ausgangswerte. Um für die Berechnung einen realistischeren Wert für den Kondensator zu erhalten, müssen wir die Wirkung der Gleichstromüberlagerung (DC-BIAS, siehe REDEXPERT) einbeziehen. Auch hierzu ziehen wir Redexpert heran. Der Kondensator wird daher auf einen Wert von 70 % ($6,8 \mu\text{F}$) der beiden Kondensatoren eingestellt.

[885012209048](#). D wird auf 55 dB festgelegt, um eine angemessene Dämpfung mit ausreichendem Spielraum (15 dB Marge) zu den Grenzwerten zu erzielen:

$$L = \frac{10^{-\frac{D}{20}}}{\omega^2 C} = \frac{10^{-\frac{55}{20}}}{(2 \cdot \pi \cdot 550 \text{ kHz})^2 \cdot 6,8 \mu\text{F}} = 7,15 \mu\text{H} \quad (8)$$

Nach der Implementierung des entworfenen LC-Eingangsfilters mit $L_f = 6,8 \mu\text{H}$ ([744774068](#)) und $C_f \approx 10 \mu\text{F}$ ($2 \times$ [885012209048](#)) konnte eine Dämpfung von fast 60 dB erreicht werden. Die gewählte Induktivität hat in dem betrachteten Bereich kein Derating des Stroms. Darüber hinaus werden innerhalb des Frequenzbereichs zwischen 150 kHz und 30 MHz keine Grenzwerte überschritten.

APPLICATION NOTE

ANS018 | EMV-Filterkonstruktion für nicht-isolierte DC/DC-Wandler

7. ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Einsatz von DC/DC-Power Modulen es den Entwicklern ermöglicht, von ihrem hohen Wirkungsgrad zu profitieren, aber die Notwendigkeit der Entwicklung von EMI-Filtern nicht überflüssig macht. Abbildung 13 zeigt ein Blockdiagramm des Gesamtsystems einschließlich des Mag³C-Filterkonzepts für die umfassende EMV-Konformität (sowohl leitungsgebundene EMV als auch EMV-Abstrahlungen) gemäß den EMV-Normen IEC 55032/CISPR32 sowie den Normen IEC 61000-4-4 und IEC 61000-4-5 zur Störfestigkeit gegen Bursts bzw. Stoßspannungen. Das emissionsmindernde Filter bietet keinen Schutz vor transienten Überspannungen. Dieser muss in der Praxis noch ergänzt werden. Zu diesem Zweck werden dem Filter spannungsbegrenzende Bauteile hinzugefügt. Die Details sind in einer separaten Application Note ([ANS023](#)) aufgeführt.

Bei jeder Anwendung, die einen nicht-isolierten DC/DC-Schaltregler verwendet, muss unabhängig davon, ob es sich um ein Power-Modul handelt oder nicht, eine EMV-Filterung vorgesehen werden. Eine unsachgemäße EMV-Auslegung führt zu Fehlfunktionen aufgrund unerwünschter Störungen von Bauteilen im Anwendungsbereich. Darüber hinaus können auch andere Elektrogeräte in der Nähe beeinträchtigt werden. Daher ist zur Erreichung der EMV-Konformität der Einsatz eines EMV-Filters zwingend erforderlich. Die vorliegende Support Note beschreibt die optimalen Maßnahmen zur EMV-Optimierung unabhängig davon, ob der nicht-isolierte DC/DC-Wandler als diskrete Schaltung oder als kompakte Lösung in einem Power-Modul implementiert ist. Darüber hinaus bietet Würth Elektronik umfassenden und kompetenten technischen Support für alle EMV-Filterdesigns sowie EMS-Schutzdesigns. Dies schließt auch Design-In-Unterstützung und Layoutprüfungen beim Kunden ein⁵.

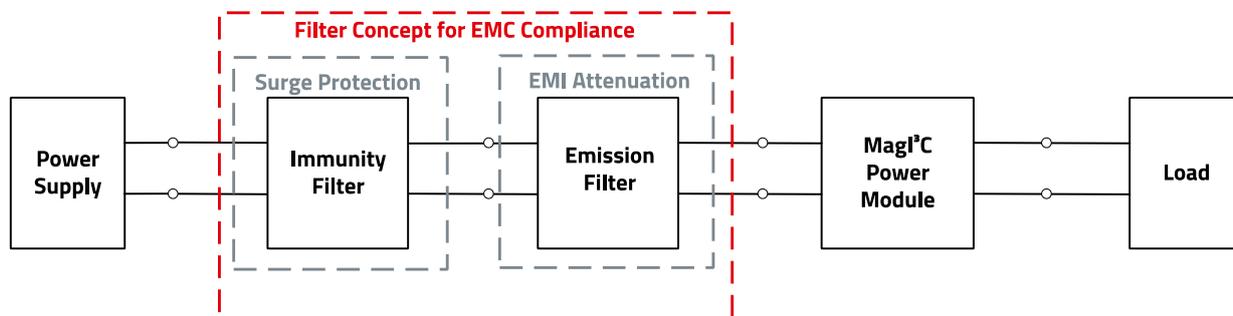


Abbildung 13: Mag³C-Filterkonzept für die Einhaltung der EMV-Richtlinien gemäß IEC 55032/CISPR32, IEC 61000-4-4 und IEC 61000-4-5.

⁵Link zum WE-Onlinekatalog: [Mag³C-Service und Support](#)

APPLICATION NOTE

ANS018 | EMV-Filterkonstruktion für nicht-isolierte DC/DC-Wandler

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 Todesfälle 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

www.we-online.com/appnotes



REDEXPERT Design Platform

www.we-online.com/redexpert



Toolbox

www.we-online.com/toolbox



Produkt Katalog

www.we-online.com/products

Hinweis: Die aktuelle Version des Dokuments und das Veröffentlichungsdatum sind in der Fußzeile jeder Seite dieses Dokuments angegeben.

KONTAKT INFORMATION



appnotes@we-online.com

Tel. +49 7942 945 - 0



Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG

Max-Eyth-Str. 1 74638 Waldenburg Germany

www.we-online.com

APPLICATION NOTE

ANS018 | EMV-Filterkonstruktion für nicht-isolierte DC/DC-Wandler

REVISIONSHISTORIE

Dokument Version	Veröffentlichungsdatum	Änderungen
ANS018a	2025/07/17	Ursprüngliche Version der Application Note

Hinweis: Die aktuelle Version des Dokuments und das Veröffentlichungsdatum sind in der Fußzeile jeder Seite dieses Dokuments angegeben.