

Application Note

Bewährte Methoden zur Dämpfung von EMI-Störstrahlungen der AMC3301-Familie



ABSTRACT

In diesem Dokument wird gezeigt, wie sich das Design der Leiterplattenspur (PCB) oder des Kabels auf die Abstrahlung elektromagnetischer Störungen (EMI) für den [isolierten Präzisionsverstärker AMC3301 von Texas Instruments mit integriertem DC/DC-Wandler auswirkt](#). Die in [Tabelle 6-1](#) gezeigte AMC3301-Familie erzeugt selbst keine übermäßigen Strahlungsemissionen und kann die Anforderungen von CISPR 11 Klasse B ohne zusätzliche Komponenten erfüllen, wie in [Abbildung 2-2](#) gezeigt, wenn die Länge der an den Baustein angeschlossenen Eingangsspur kurz ist. Für Designs, die eine zusätzliche Dämpfung der Strahlungsemissionen erfordern, werden Ferrit-Perlen und Gleichtaktdrosseln ausgewählt und Platzierungsempfehlungen gegeben.

Verschiedene Anwendungen in der Industrie und im Automobilbereich erfordern eine gewisse Isolierung, um die digitalen Schaltkreise vor dem Hochspannungsschaltkreis zu schützen, der eine Funktion ausführt. Texas Instruments unterstützt Kunden mit einem [umfangreichen Portfolio](#) an isolierten Verstärkern und Wandlern mit einer SiO₂-Isolationsbarriere bei der Bewältigung ihrer Anforderungen an die isolierte Datenwandlung. Die SiO₂-Isolationsbarriere von Texas Instruments ermöglicht eine außergewöhnliche Zuverlässigkeit, die oft über 100 Jahre Betriebsdauer liegt. Weitere Informationen zur SiO₂-Isolationsbarriere von TI finden Sie im [Isolierungslink](#). EMI-Tests sind in diesen Anwendungen üblich, um zu überprüfen, ob das System keine abgestrahlten Emissionen erzeugt, die die festgelegten Grenzwerte überschreiten und sich negativ auf andere Komponenten oder Schaltungen im System auswirken können. In diesem [Anwendungshinweis](#) finden Sie eine ausführlichere Beschreibung der EMI-Störungen. Die Größe der zulässigen Strahlung und das Prüfverfahren für Strahlungsemissionen wird vom Comité International Spécial des Perturbations Radio, auch CISPR genannt, festgelegt. Industrielle Anwendungen messen nach der Norm CISPR 11, während Automobilanwendungen nach der Norm CISPR 25 messen. Weitere Informationen zu den CISPR-Standards und deren jeweiligen Größen über Frequenz finden Sie in diesem [Anwendungshinweis](#).

Inhalt

1 Einführung	2
2 Auswirkungen der Eingangsanschlüsse auf die Strahlungsemissionen der AMC3301-Familie	3
3 Dämpfung der Strahlungsemissionen der AMC3301-Familie	5
3.1 Ferritperlen und Gleichtaktdrosseln.....	5
3.2 Leiterplatten-Schaltpläne und bewährte Methoden für das Layout für die AMC3301-Familie.....	6
4 Verwendung mehrere AMC3301-Geräte	8
4.1 Bausteinausrichtung.....	8
4.2 Bewährte Methoden für das Leiterplatten-Layout für mehrere AMC3301.....	9
5 Fazit	10
6 Tabelle der AMC3301-Familie	10
7 Revisionsverlauf	11

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1. Blockschaltbild des AMC3301-Isolationsverstärkers.....	2
Abbildung 2-1. Testeinrichtung mit AMC3301EVM und Eingangslängen.....	3
Abbildung 2-2. AMC3301EVM kurzes und horizontales Umgebungslicht gemäß CISPR 11.....	3
Abbildung 2-3. AMC3301EVM mit verschiedenen Eingangslängen CISPR 11-Messung.....	4
Abbildung 3-1. AMC3301EVM CISPR 11 Messungen mit 1,5 m Eingang.....	5
Abbildung 3-2. AMC3301EVM CISPR 11 Messungen mit 30 cm Eingang.....	6
Abbildung 3-3. AMC3301 Ferritperlen- und Gleichtaktdrosseln-Schaltpläne.....	6

Abbildung 3-4. AMC3301 Ferritperlen- und Gleichtaktdrosseln-Layouts..... 7
 Abbildung 4-1. Beispiele für die Geräteausrichtung..... 8
 Abbildung 4-2. Mehrere AMC3301 CISPR 11 Messungen mit 1,5 m Eingang..... 8
 Abbildung 4-3. Empfohlenes Layout für mehrere AMC3301-Bausteine..... 9

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1. Empfehlungen für Ferritperlen und Gleichtaktdrosseln..... 5
 Tabelle 6-1. Tabelle der AMC3301-Familie..... 10

Marken

All trademarks are the property of their respective owners.

1 Einführung

Die Bausteinfamilie AMC3301 weist zwei Quellen für abgestrahlte Emissionen auf, wie in [Abbildung 1-1](#) dargestellt. Der kapazitive Datenpfad ist unten rot dargestellt, und der integrierte DC/DC-Wandler ist blau dargestellt. Die Strahlungsleistung des Datenpfads ist mit der des AMC1300B-Q1 identisch und trägt zu sehr geringen Strahlungsemissionen bei, wie in diesem Whitepaper [Best in Class Strahlungsemissionen EMI-Leistung mit dem isolierten Verstärker AMC1300B-Q1](#) dargestellt wird. Die zweite und größte Strahlungsquelle der AMC3301-Familie ist der integrierte DC/DC-Wandler, der mit einer Frequenz von 30 MHz und Spread-Spectrum-Modulation arbeitet. Die Spulen des internen DC/DC-Wandlers weisen eine parasitäre Kapazität von der primären (Benutzer-) Seite zur sekundären (Highside) Seite der Isolationsbarriere auf. Der Primärtreiber erzeugt eine Gleichtaktspannung zwischen den isolierten Massewerten, HGND und GND, die quasi-resonant ist und Oberschwingungen in höheren Frequenzen erzeugt. Aufgrund der Art der Isolierungsbarriere kann die Energie keinen Leiter finden, der zur Quelle zurückkehrt. Da es keinen Weg zurück zur Quelle gibt, wird die Energie in Form von Strahlungsemissionen von den Pins des Bausteins (und allen Leiterbahnen oder Platinenebenen, mit denen sie verbunden sind) abgestrahlt.

Die an den isolierten Verstärker oder Wandler angeschlossenen Eingangsspuren und Kabel dienen als Antennen für die elektromagnetische Energie, die zwischen HGND und GND eingespeist wird. Die Größe und Form der Leiterbahnen und Kabel wirkt sich direkt auf die Größe der abgestrahlten Störaussendungen über die Frequenz aus. In der Regel strahlen kürzere Antennen bei höheren Frequenzen effektiver aus, während längere Antennen bei niedrigeren Frequenzen effektiver strahlen. Beim Entwickeln mit der AMC3301-Familie sollten die Eingangsspuren und -Kabel so kurz wie möglich gehalten werden, um die Größe der abgestrahlten Emissionen zu begrenzen.

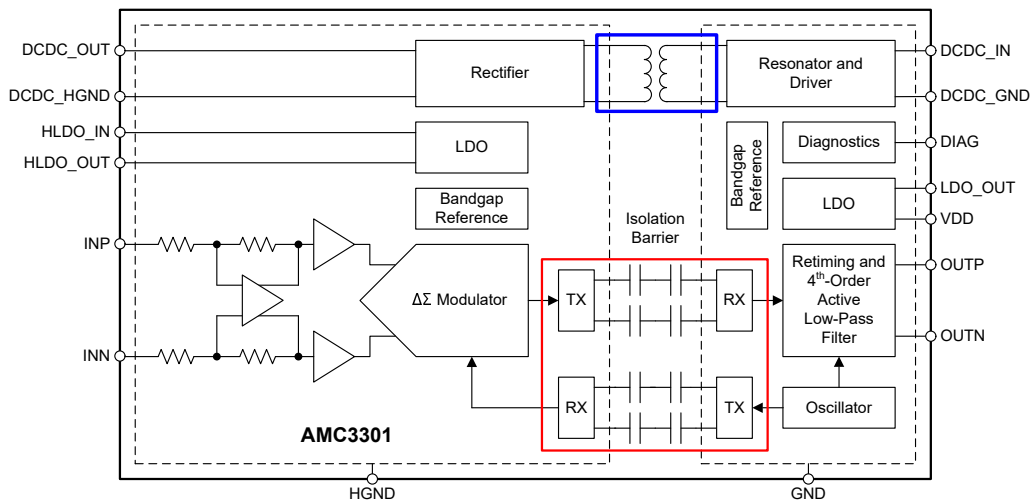


Abbildung 1-1. Blockschaltbild des AMC3301-Isolationsverstärkers

2 Auswirkungen der Eingangsanschlüsse auf die Strahlungsemissionen der AMC3301-Familie

CISPR 11-Spitzenmessungen wurden mit verschiedenen Eingangskabellängen und der AMC3301 von Texas Instruments durchgeführt. Die getesteten Eingangskabellängen sind ein 1,5 m-Eingang, ein 30 cm-Eingang und ein an der Eingangsklemme des Evaluierungsmoduls (EVM) gebrückter Eingang. Die gleiche [AMC3301EVM](#) wurde für alle Tests verwendet und von einer externen Batterie gespeist. Alle angezeigten Messungen sind horizontal oder im ungünstigsten Fall ausgerichtet. Siehe Testeinrichtungen in [Abbildung 2-1](#) und CISPR 11 Strahlungsemissionen EMI-Kurven in [Abbildung 2-2](#) und [Abbildung 2-3](#).

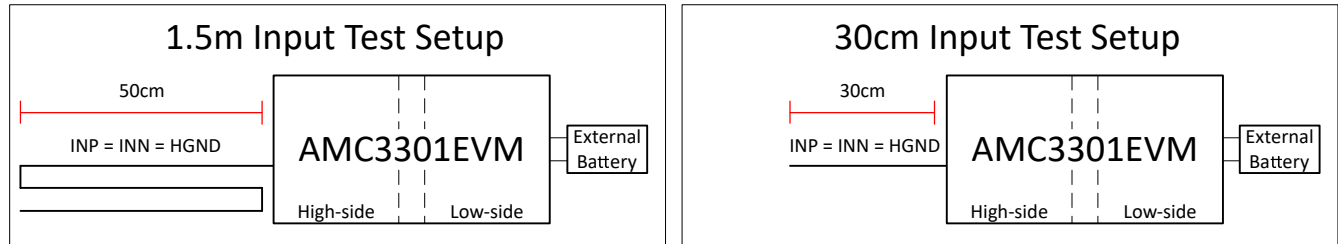


Abbildung 2-1. Testeinrichtung mit AMC3301EVM und Eingangslängen

[Abbildung 2-2](#) zeigt die Leistung der Strahlung des AMC3301 mit einem blau dargestellten Eingangskurzschluss. Der AMC3301 zeigt sehr wenig abgestrahlte Emissionen oberhalb des Grundrauschens in rot. Dies zeigt, dass der AMC3301 keine übermäßigen Strahlungsemissionen erzeugt, wenn die Eingangsspuren oder Kabel zum Baustein kurz sind.

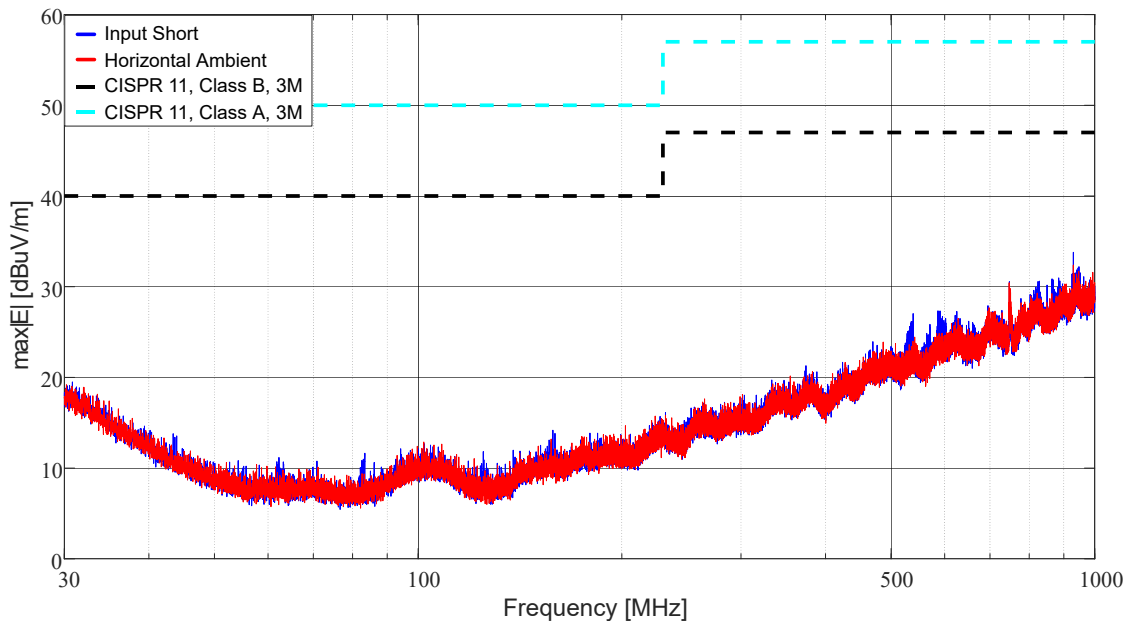


Abbildung 2-2. AMC3301EVM kurzes und horizontales Umgebungslicht gemäß CISPR 11

Abbildung 2-3 zeigt die Messung der abgestrahlten Emissionen für den Eingang 1,5 m in blau, 30 cm in rot und den Eingangskurzschluss in grün. Längere an den AMC3301 angeschlossene Eingangsspuren und -Kabel erhöhen die abgestrahlten Emissionen, wie die Testfälle mit 1,5 m Eingang und 30 cm Eingang zeigen, im Vergleich zum Kurzschluss am Eingang.

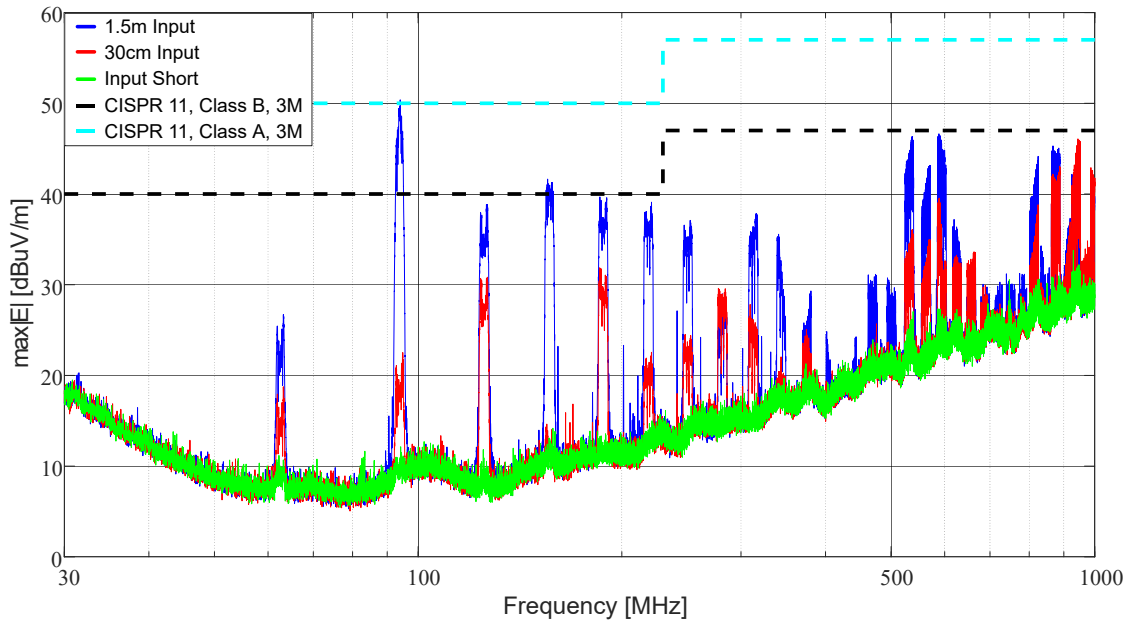


Abbildung 2-3. AMC3301EVM mit verschiedenen Eingangslängen CISPR 11-Messung

3 Dämpfung der Strahlungsemissionen der AMC3301-Familie

3.1 Ferritperlen und Gleichtaktdrosseln

Entwickler müssen die Länge der Eingangsspuren oder -Kabel, die an die AMC3301-Familie angeschlossen sind, begrenzen. Einige Anwendungen benötigen jedoch längere Eingangsspuren oder -kabel, was zu übermäßigen Strahlungsemissionen führen kann. Diese Strahlung kann durch die Verwendung von Ferritperlen oder einer Gleichtaktdrossel in Reihe mit den Eingangsanschlüssen gedämpft werden. Informationen zur Auswahl einer Ferritperle oder Gleichtaktdrossel finden Sie im Datenblatt der Komponenten auf der Seite zur Darstellung der Impedanz über Frequenzen. Es wird ein Mindestwiderstand von 1 kΩ Ohm (z) über den relevanten Frequenzbereich empfohlen, 150 MHz bis 800 MHz für CISPR 11, mit höheren Impedanzen, die Strahlungsemissionen effektiver dämpfen. [Tabelle 3-1](#) enthält die empfohlenen Ferritperlen und eine Gleichtaktdrossel.

Tabelle 3-1. Empfehlungen für Ferritperlen und Gleichtaktdrosseln

Typ	Hersteller	Teilenummer
Ferritperle	Würth Elektronik	74269244182
Ferritperle	Murata	BLM15HD182SH1
Ferritperle	Taiyo Yuden	BKH1005LM182-T
Gleichtaktdrossel	Murata	DLW31SN222SQ2

Die Vorteile des Hinzufügens von Ferritperlen oder einer Gleichtaktdrossel für den 1,5- und 30 cm-Eingang werden in [Abbildung 3-1](#) und [Abbildung 3-2](#) gezeigt. Die 74269244182 Ferritperlen von Würth Elektronik und die DLW31SN222SQ2 Gleichtaktdrossel von Murata wurden in Reihe zu den Eingangsanschlüssen für diese Tests hinzugefügt.

[Abbildung 3-1](#) zeigt die abgestrahlten Emissionen des 1,5 m-Eingangs. Die Verwendung ohne Ferritperlen oder Gleichtaktdrossel wird blau dargestellt und der Grenzwert von CISPR 11 Klasse B verletzt. Der dämpfende Vorteil der Ferritperlen ist rot und die Gleichtaktdrossel grün dargestellt. Sowohl die Ferritperlen als auch der Gleichtaktdrossel dämpfen die abgestrahlten Störstrahlungen erheblich, sodass der AMC3301EVM den Test gemäß CISPR 11 Klasse B bestehen kann.

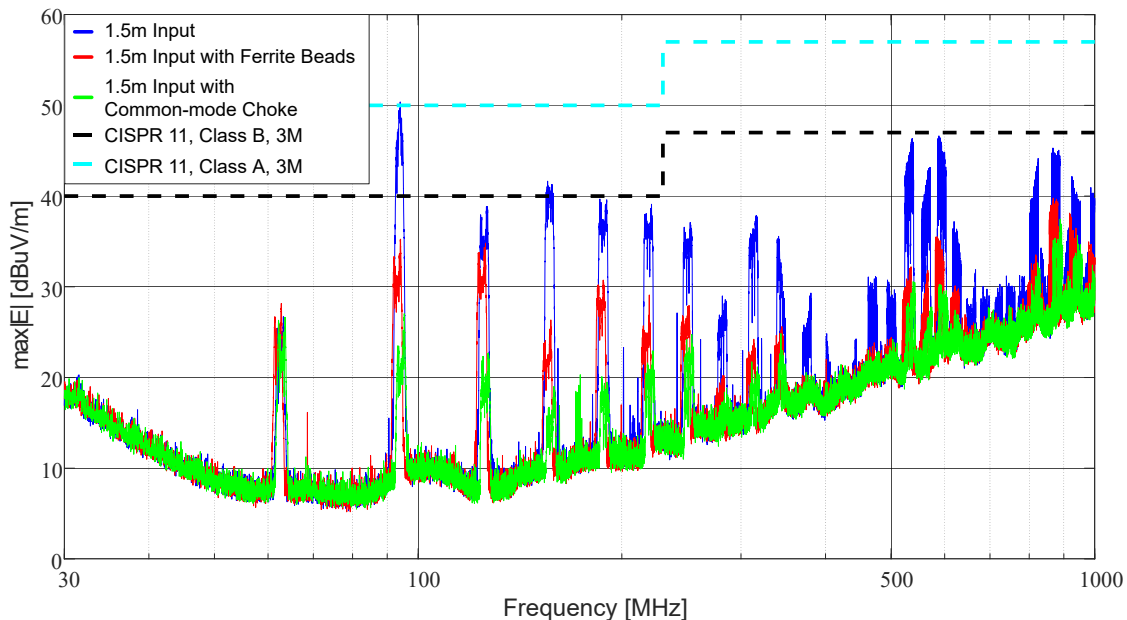


Abbildung 3-1. AMC3301EVM CISPR 11 Messungen mit 1,5 m Eingang

Abbildung 3-2 zeigt die abgestrahlten Emissionen des 30 cm-Eingangs. Alle Testfälle bestehen den Test CISPR 11 Klasse B, auch ohne Ferritperlen oder Gleichtaktrossel, wie in blau dargestellt. Dies weist darauf hin, dass zum Bestehen des Tests keine zusätzlichen Komponenten erforderlich sind. Um jedoch den Dämpfungsvorteil zu demonstrieren, sind die Messungen mit Ferritperlen in rot und die Gleichtaktrossel in grün dargestellt.

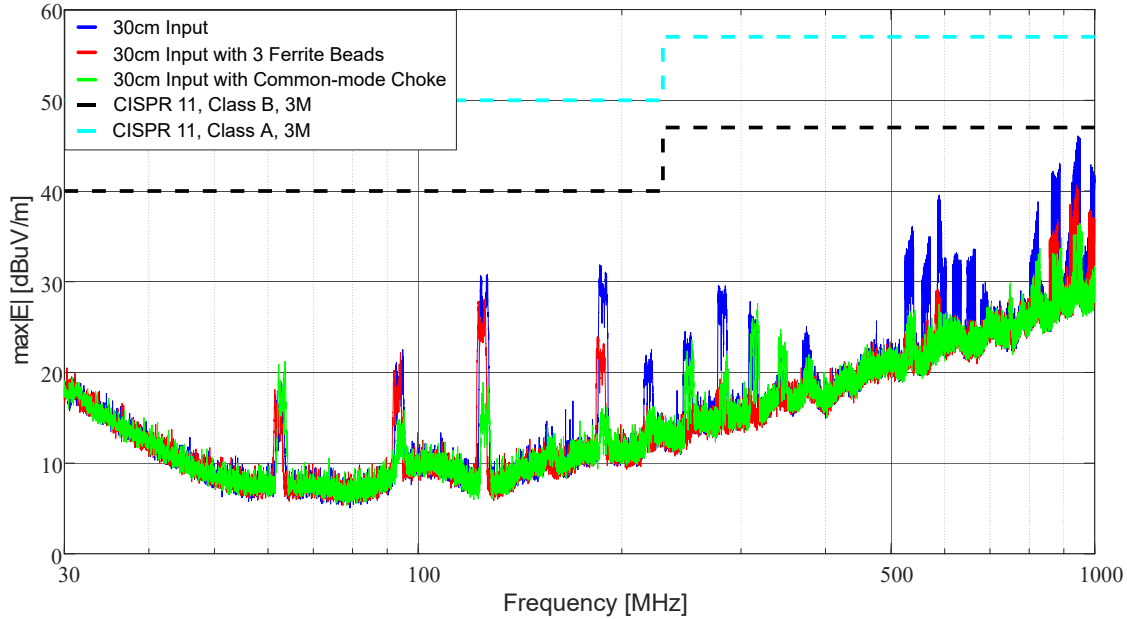


Abbildung 3-2. AMC3301EVm CISPR 11 Messungen mit 30 cm Eingang

3.2 Leiterplatten-Schaltpläne und bewährte Methoden für das Layout für die AMC3301-Familie

Abbildung 3-3 zeigt den Schaltplan für die Ferritperlen auf der linken Seite und die Gleichtaktrossel auf der rechten Seite. Beachten Sie, dass drei Ferritperlen erforderlich sind, eine für jeden Eingang sowie eine für die HGND-Spur zum Shunt-Widerstand. Die Gleichtaktrossel hat zwei Kanäle, und es ist notwendig, die HGND-Verbindung mit VINN in der Nähe der Gleichtaktrossel zu beenden. Der von R2, R4 und C12 erzeugte differenzielle RC-Filter wird zwischen die Ferritperlen oder den Gleichtaktrossel und den AMC3301 platziert. Weitere Einzelheiten finden Sie im Abschnitt zu den Layout-Richtlinien im Datenblatt des Geräts.

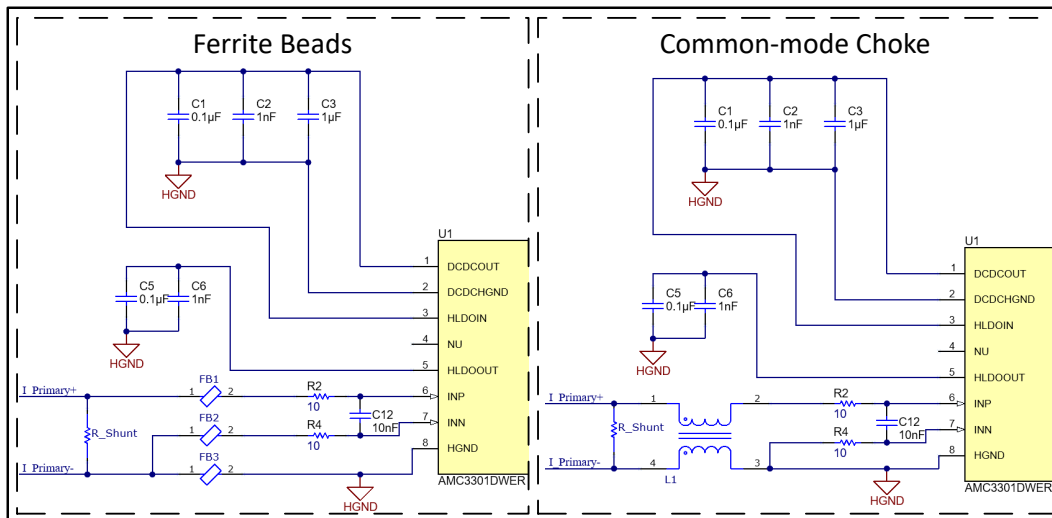


Abbildung 3-3. AMC3301 Ferritperlen- und Gleichtaktrosseln-Schaltpläne

Die Ferritperlen oder der Gleichtaktdrossel sollten so nahe wie möglich am Gerät platziert werden, um die Kupferfläche zu begrenzen, die als Antenne fungiert. Zwischen Pin 2 (DCDC_HGND) und Pin 8 (HGND) sollte eine direkte Verbindung mit geringer Induktivität hergestellt werden. [Abbildung 3-4](#) zeigt die empfohlenen Layouts für die Ferritperlen auf der linken Seite und die Gleichtaktdrossel auf der rechten Seite.

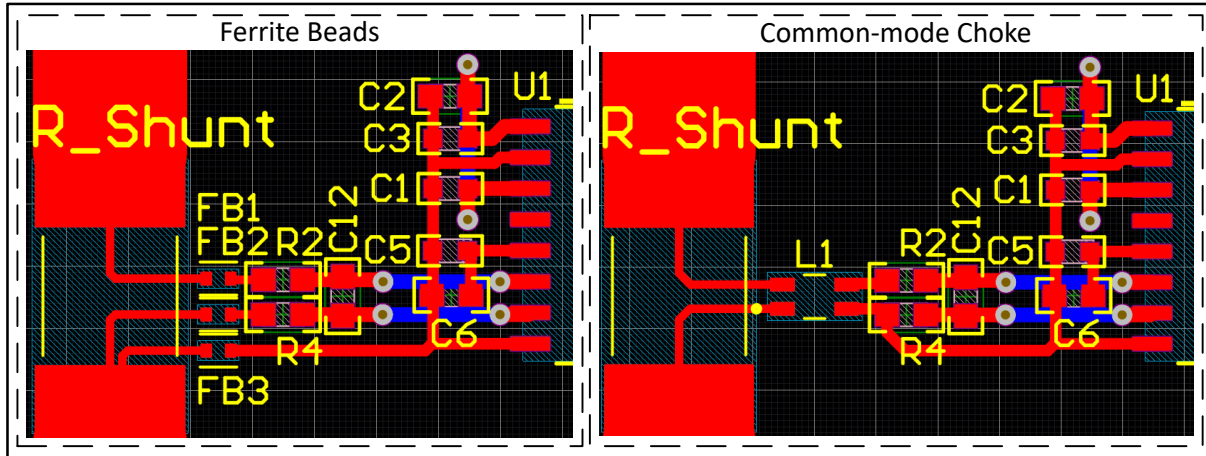


Abbildung 3-4. AMC3301 Ferritperlen- und Gleichtaktdrosseln-Layouts

4 Verwendung mehrere AMC3301-Geräte

4.1 Bausteinausrichtung

Wie bereits erwähnt, weisen die Spulen des internen DC/DC-Wandlers eine parasitäre Kapazität von der Primärseite zur Sekundärseite der Isolationsbarriere auf, und die Energie wird von den Pins des Bausteins und den mit den Pins verbundenen Leiterbahnen abgestrahlt. Daher ist es wichtig zu bedenken, wie die AMC3301-Familie andere Bausteine entlang der Isolationsbarriere strahlen und beeinflussen wird, einschließlich anderer AMC3301-Bausteine.

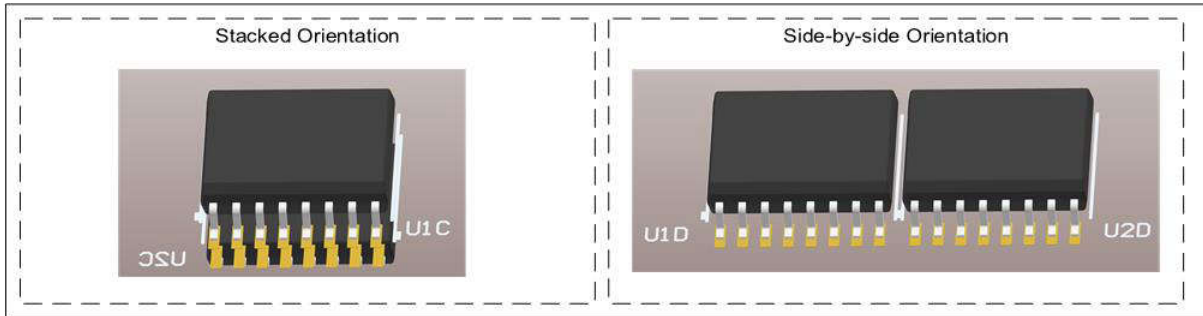


Abbildung 4-1. Beispiele für die Geräteausrichtung

Um die Auswirkungen der Geräteausrichtung zu demonstrieren, werden eine gestapelte Ausrichtung und eine nebeneinander angeordnete Ausrichtung getestet. Der bei der Prüfung verwendete Schaltplan ist der gleiche wie der Ferrit-Abschnitt von [Abbildung 4-1](#). Die Teilenummer der Eingangs-Ferritperlen lautet 74269244182. Sie wurden mit einem 1,5 m-Eingang getestet, bei dem sie miteinander gebrückt waren.

[Abbildung 4-2](#) zeigt, dass die Orientierungen aufgrund der zuvor erörterten Ferritperlen den Grenzwert gemäß CISPR 11 Klasse B erfüllen. Die Stapelausrichtung ist rot und die nebeneinander angeordnete Ausrichtung blau. Darüber hinaus liegen die Ausrichtungen innerhalb von 5 dBuV/m voneinander. Wenn Sie jedoch beide Geräte übereinander in einer gestapelten Ausrichtung platzieren, erzielen Sie die beste Leistung.

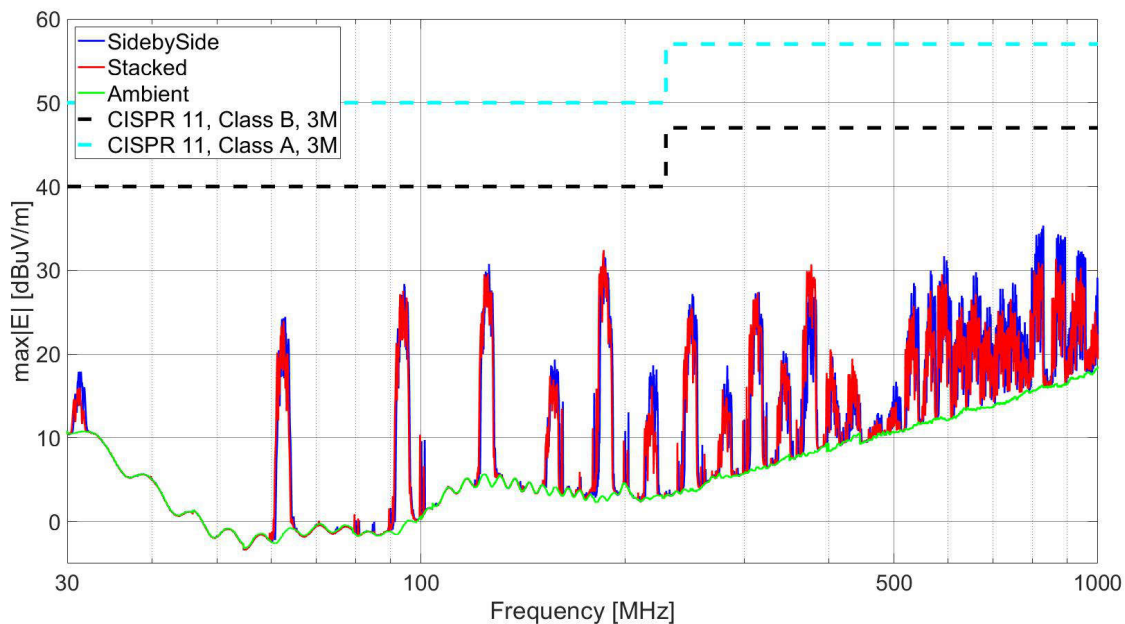


Abbildung 4-2. Mehrere AMC3301 CISPR 11 Messungen mit 1,5 m Eingang

4.2 Bewährte Methoden für das Leiterplatten-Layout für mehrere AMC3301

Der bei der Prüfung verwendete Schaltplan ist der gleiche wie der Ferrit-Abschnitt von [Abbildung 4-3](#). Das Layout zum Stapeln der AMC3301 ist jedoch in [Abbildung 4-3](#) dargestellt.

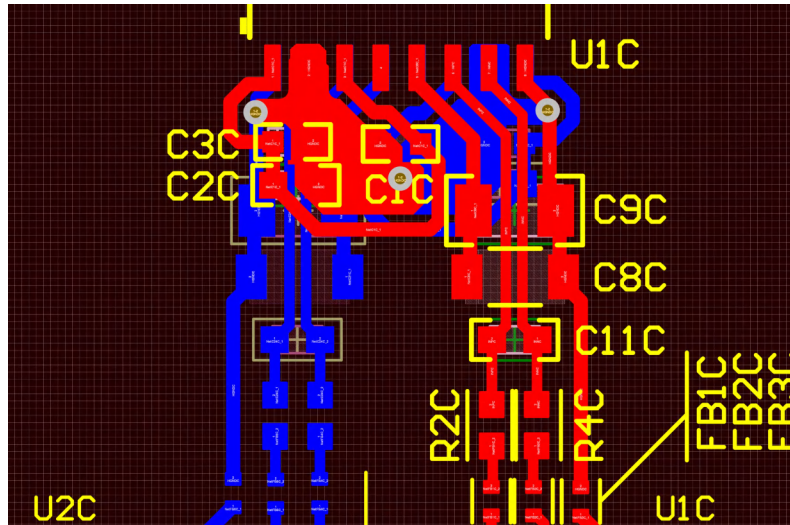


Abbildung 4-3. Empfohlenes Layout für mehrere AMC3301-Bausteine

Im Allgemeinen werden die gleichen in [Sektion 3.2](#) beschriebenen Layoutprinzipien mit einem zweilagigen Leiterplattendesign befolgt.

Allerdings wird ein direkter und induktivitätsarmer Pfad von Pin 2 (DCDC_HGND) zu Pin 8 (HGND) jedes Bausteins unterschiedlich erreicht. Anstelle einer Spur verbindet eine Sternverbindung beide Bausteine zwischen der oberen und der unteren Schicht an den Pins 4 und 5. Darüber hinaus wird ein Kupferpool verwendet, um die DC/DC-Kondensatoren mit DCDC_HGND auf derselben Schicht zu verbinden.

Schließlich werden die LDO_OUT-Kondensatoren auf ein 1206-Gehäuse skaliert, um einen direkten und unterbrechungsfreien Pfad für die positiven und negativen Eingänge unter den Kondensatoren zu ermöglichen.

5 Fazit

In den letzten Jahren war die SiO₂-Isolierung eine beliebte Wahl für viele Kunden, die isolierte Verstärker benötigen. Texas Instruments arbeitet weiterhin an Innovationen und [hat kürzlich den isolierten Präzisionsverstärker AMC3301 mit integriertem DC/DC-Wandler auf den Markt gebracht](#). Die AMC3301-Familie erzeugt selbst keine übermäßigen Strahlungsemissionen und kann CISPR 11 Klasse B ohne zusätzliche Komponenten erfüllen, wenn die Länge der Eingangsspuren oder Kabel kurz ist. Auf Wunsch können Ferritperlen oder eine Gleichtaktdrossel verwendet werden, um die abgestrahlten Emissionen weiter zu dämpfen. AMC3301-Bausteine können übereinander in der oberen und unteren Schicht gestapelt werden, wenn mehrere verwendet werden. Bei der Entwicklung mit der AMC3301-Familie können Kunden auf die hohe Zuverlässigkeit und die hohe analoge Leistung der kapazitiven Isolierung vertrauen und gleichzeitig den Komfort eines integrierten DC/DC-Wandlers und die beste Strahlungsemissionsleistung ihrer Klasse genießen.

6 Tabelle der AMC3301-Familie

Der in diesem Anwendungshinweis besprochene Inhalt gilt für alle [isolierten Verstärker](#) und [isolierten Wandler](#) mit integriertem DC/DC-Wandler der AMC3301-Familie, die in [Tabelle 6-1](#) aufgelistet sind.

Tabelle 6-1. Tabelle der AMC3301-Familie

Baustein	Typ	Beschreibung
AMC3301	Verstärkter Isolationsverstärker	Strommessung, ±250 mV-Eingang
AMC3301-Q1	Verstärkter Isolationsverstärker	Strommessung, ±250 mV-Eingang, Automobilindustrie
AMC3302	Verstärkter Isolationsverstärker	Strommessung, ±50 mV-Eingang
AMC3302-Q1	Verstärkter Isolationsverstärker	Strommessung, ±50 mV-Eingang, Automobilindustrie
AMC3330	Verstärkter Isolationsverstärker	Spannungsmessung, ±1 V-Eingang
AMC3330-Q1	Verstärkter Isolationsverstärker	Spannungsmessung, ±1 V-Eingang, Automobilindustrie
AMC3306M25	Verstärkter isolierter Modulator	Strommessung, ±250 mV-Eingang
AMC3306M05	Verstärkter isolierter Modulator	Strommessung, ±50 mV-Eingang
AMC3336	Verstärkter isolierter Modulator	Spannungsmessung, ±1 V-Eingang
AMC3336-Q1	Verstärkter isolierter Modulator	Spannungsmessung, ±1 V-Eingang, Automobilindustrie

7 Revisionsverlauf

Changes from Revision * (June 2021) to Revision A (September 2022)	Page
• Nummerierungsformat für Tabellen, Abbildungen und Querverweise im gesamten Dokument aktualisiert.....	2
• Abschnitt „ <i>Verwendung mehrerer AMC3301-Geräte</i> “ mit Daten zur Geräteausrichtung und Layoutempfehlungen hinzugefügt.....	8

WICHTIGER HINWEIS UND HAFTUNGSAUSSCHLUSS

TI STELLT TECHNISCHE UND ZUVERLÄSSIGKEITSDATEN (EINSCHLIESSLICH DATENBLÄTTER), DESIGNRESSOURCEN (EINSCHLIESSLICH REFERENZDESIGNS), ANWENDUNGS- ODER ANDERE DESIGNBERATUNG, WEB-TOOLS, SICHERHEITSMITTELSYSTEME UND ANDERE RESSOURCEN „WIE BESEHEN“ UND MIT ALLEN FEHLERN ZUR VERFÜGUNG, UND SCHLIESST ALLE AUSDRÜCKLICHEN UND STILLSCHWEIGENDEN GEWÄHRLEISTUNGEN AUS, EINSCHLIESSLICH UND OHNE EINSCHRÄNKUNG ALLER STILLSCHWEIGENDEN GEWÄHRLEISTUNGEN DER MARKTGÄNGIGKEIT, DER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK ODER DER NICHTVERLETZUNG VON RECHTEN.

Diese Ressourcen sind für qualifizierte Entwickler gedacht, die mit TI-Produkten entwickeln. Sie allein sind verantwortlich für (1) die Auswahl der geeigneten TI Produkte für Ihre Anwendung, (2) das Design, die Validierung und den Test Ihrer Anwendung und (3) die Sicherstellung, dass Ihre Anwendung die geltenden Normen sowie alle anderen Sicherheits-, regulatorischen und sonstigen Vorgaben erfüllt.

Diese Ressourcen können jederzeit und ohne Vorankündigung geändert werden. Sie erhalten von TI die Erlaubnis, diese Ressourcen ausschließlich für die Entwicklung von Anwendungen mit den in der Ressource beschriebenen TI-Produkten zu verwenden. Jede andere Vervielfältigung und Darstellung dieser Ressourcen ist untersagt. Es wird keine Lizenz für andere Rechte am geistigen Eigentum von TI oder an Rechten am geistigen Eigentum Dritter gewährt. TI übernimmt keine Verantwortung für und Sie schützen TI und seine Vertreter gegen Ansprüche, Schäden, Kosten, Verluste und Verbindlichkeiten, die sich aus Ihrer Nutzung dieser Ressourcen ergeben.

Produkte von TI werden gemäß den [Verkaufsbedingungen von TI](#) oder anderen geltenden Bedingungen bereitgestellt, die entweder auf [ti.com](#) verfügbar sind oder in Verbindung mit diesen TI-Produkten bereitgestellt werden. Durch die Bereitstellung dieser Ressourcen durch TI werden die geltenden Garantien oder Gewährleistungsausschlüsse von TI für TI-Produkte weder erweitert noch verändert.

TI widerspricht allen zusätzlichen oder abweichenden Bedingungen, die Sie möglicherweise vorgeschlagen haben, und lehnt sie ab.

Postanschrift: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2022 Texas Instruments Incorporated

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated