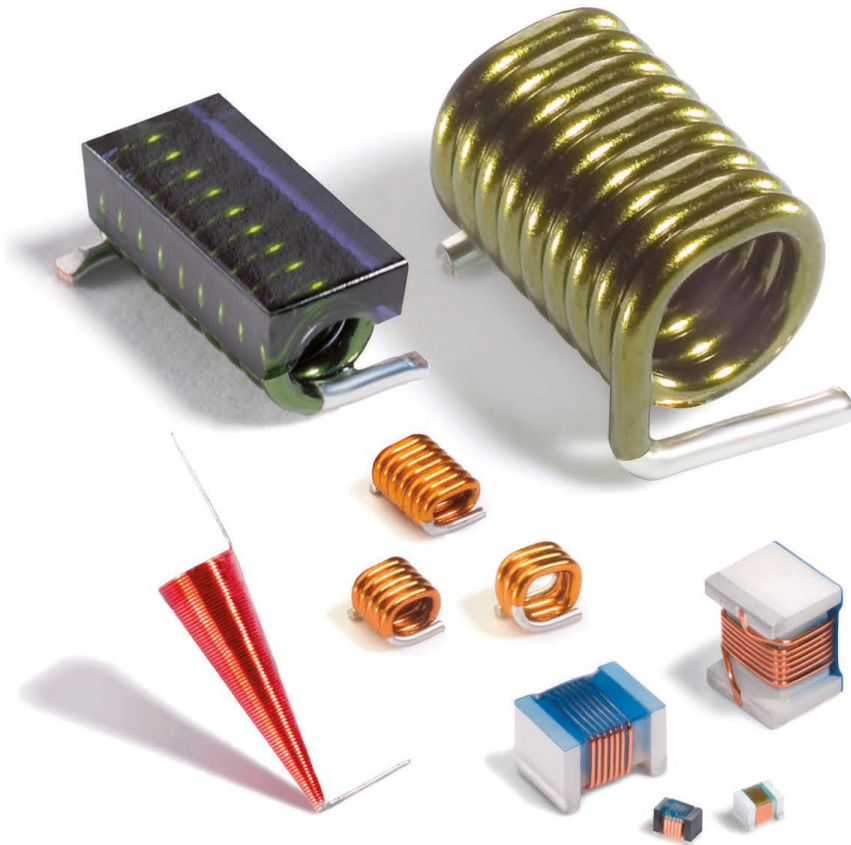


Wissenswertes über HF-Induktivitäten

Was Sie schon immer über Induktivitäten und HF-Drosseln wissen wollten, aber nie zu fragen wagten, erfahren Sie hier.



Eine Induktivität, Spule oder Drossel ist ein passives elektrisches Bauelement, das plötzlichen Stromänderungen entgegenwirkt. Induktivitäten werden auch als Spulen oder Drosseln bezeichnet.

Wozu wird eine Induktivität verwendet?

Induktivitäten dämpfen Stromstöße oder -spitzen, indem sie Energie vorübergehend in einem elektromagnetischen Feld speichern und diese anschließend wieder an den Stromkreis abgeben (Bild 1). Sie kompensieren Kapazitäten oder bilden mit diesen zusammen Filter.

Wie werden sie auf Leiterplatten befestigt?

Induktivitäten für die Oberflächenmontage (SMT) werden

auf der Oberseite einer Leiterplatte (PCB) auf Pads mit Lötpaste platziert und anschließend im Reflow-Verfahren gelötet. Durchsteck-Induktivitäten (THT) liegen auf der Oberseite einer Leiterplatte, wobei die Anschlüsse durch Löcher in der Leiterplatte geführt und auf der Rückseite im Wellenlötverfahren gelötet werden.

Wo werden Induktivitäten eingesetzt?

Induktivitäten werden vor allem in elektrischen Leistungs- und Elektronikgeräten für folgende Hauptzwecke verwendet:

1. Drosseln, Blockieren, Dämpfen oder Filtern/Glätten von Hochfrequenzstörungen in elektronischen Schaltungen

2. Speichern und Übertragen von Energie in Stromwandlern (DC/DC oder AC/DC)

3. Schwingkreise zur Signalselektion in Empfängern oder zum Bau von LC-Oszillatoren

4. Kompensation im Rahmen einer Impedanzanpassung

Was ist eine Drossel?

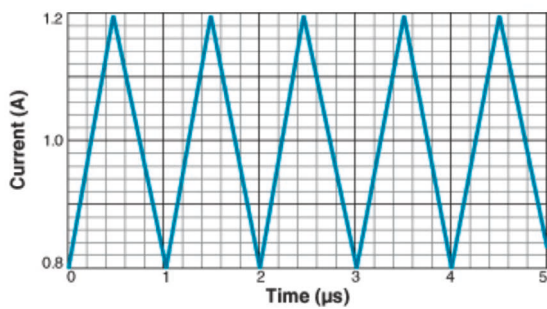
Eine Induktivität, die in Reihe mit einem Leiter liegt, blockiert oder behindert Stromänderungen und fungiert als Tiefpassfilter. Da Induktivitäten Stromänderungen einschränken oder drosseln, werden sie auch als „Drosseln“ bezeichnet. Beispielsweise blockiert eine breitbandige Spannungsdrossel, die in Reihe mit der Gleichstromvorspannung eines Verstärkers geschaltet ist, einen weiten Bereich hoher Frequenzen, während sie den Gleichstrom durchlässt. Auf diese Weise isoliert eine Spannungsdrossel die Gleichstromvorspannung vom HF-Signal zum Verstärker.

Welche Rolle spielen Drosseln im Rahmen der EMV?

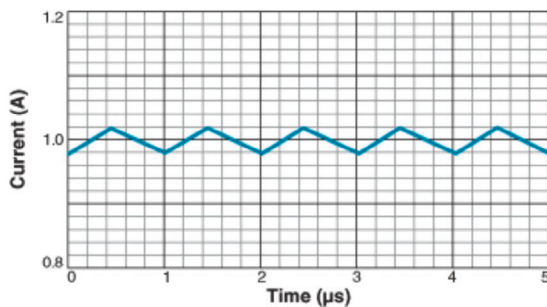
Die Federal Communications Commission (FCC) hat Normen festgelegt und zertifiziert elektronische Geräte, die in den Vereinigten Staaten verkauft oder hergestellt werden, um die Anforderungen hinsichtlich elektromagnetischer Störungen (EMI) zu erfüllen. Zu den weltweiten Normungsorganisationen für elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) gehören CISPR, IEC, ISO und EN. Die FCC-Vorschriften sind verbindlich und gelten für Geräte wie Computer, Schaltnetzteile, Fernsehempfänger, Sender sowie Geräte für industrielle, wissenschaftliche und medizinische Zwecke (ISM), die HF-Strahlung aussenden. Induktivitäten helfen, um EMI

Quelle:
The Fundamentals
of RF Inductors
Coilcraft
www.coilcraft.com

übersetzt und leicht gekürzt
von FS

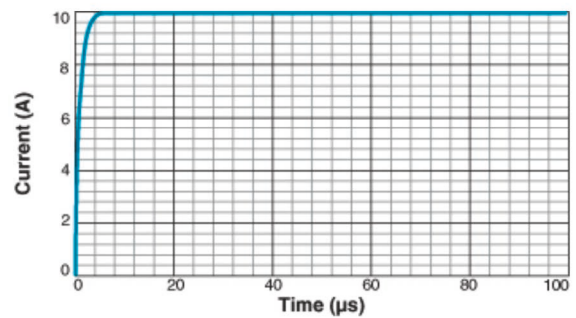


Low ripple current DC-DC converter with 7.5 μ H Inductor



Low ripple current DC-DC converter with 75 μ H Inductor

Bild 1: Ausgangs-Ripple eines DC/DC-Wandlers mit 7,5 μ H (oben) und 75 μ H (unten)



Current Rise Time with 1 μ H inductor across 10 Vdc and 10 ohm Load is less than 10 μ s

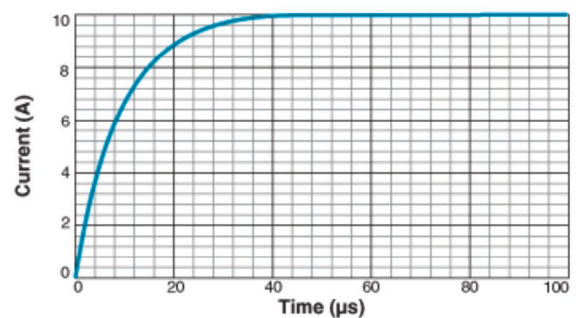


Bild 2: Anstiegsverhalten des Stromes bei 10 V DC und 10 Ohm Last mit 1- μ H-Induktivität (oben) und 1- μ H-Induktivität (unten)

durch Dämpfung hochfrequenter Störsignale zu reduzieren und so die Anforderungen an die EMV-Emission und -Störfestigkeit zu erfüllen.

Wie kann ich die Filterleistung in einer Schaltung verbessern?

Im Allgemeinen sind hohe Induktivitätswerte erforderlich, um niederfrequente Störsignale herauszufiltern und umgekehrt: Niedrigere Induktivitätswerte werden verwendet, um höherfrequente Störsignale herauszufiltern. Hohe Induktivitätswerte verlangsamen effektiv die Stromanstiegszeit von transienten Ereignissen, wie beispielsweise dem Schließen eines Schalters. Bild 2 veranschaulicht, wie eine 10- μ H-Induktivität die Anstiegszeit stärker „glättet“ als eine 1- μ H-Induktivität.

Induktivitäten können auch mit Kondensatoren kombiniert werden, um noch effektivere LC-Filter zu schaffen. Es gibt mehrere mögliche LC-Filterkonfigurationen, die jeweils Kompromisse zwischen der Gleichmäßigkeit des Dämpfungsverhaltens in

Abhängigkeit von der Frequenz und der Schärfe des Filterabfalls.

Ein Referenz-Design-Dokument von Coilcraft enthält Referenz-Designs für Butterworth-Filter 3. Ordnung und elliptische LC-Filter 7. Ordnung, die handelsübliche Induktivitäten verwenden, um Grenzfrequenzen im Bereich von 0,3 bis 3000 MHz zu erreichen.

Zwar verbessert die Verwendung hoher Induktivitätswerte oder die Erstellung von LC-Filtern die Filterung, doch erfordert dies mehr Platz auf der Leiterplatte. Da für die Filterung höherer Frequenzen niedrigere Induktivitätswerte verwendet werden können, ermöglicht der Wechsel zu einem Betrieb bei einer höheren Frequenz unter Umständen den Einsatz kleinerer Induktivitäten.

Wie werden Induktivitäten in Stromrichtern eingesetzt?

In Schaltnetzteilen werden Induktivitäten verwendet, um Energie zu speichern und diese an eine Ausgangslast oder einen Kondensator zu übertragen.

Induktivitäten in Stromrichtern dienen dazu, den „Welligkeitsstrom“ am Ausgang zu filtern. Hohe Induktivitätswerte führen zu einem geringeren Welligkeitsstrom, was den Wirkungsgrad verbessert und die elektromagnetischen Störungen (EMI) reduziert.

Wie werden Induktivitäten in abgestimmten Schaltungen eingesetzt?

Abgestimmte Schaltungen werden zum Senden oder Empfangen von Radio- oder Mikrowellenfrequenzsignalen verwendet. Spulen können mit Kondensatoren kombiniert werden, um abgestimmte LC-Schaltungen wie beispielsweise Oszillatoren zu bilden.

Wie wirkt sich der Q-Faktor auf die Bandbreite von LC-Schaltungen aus?

Der Q-Faktor (Q) ist ein Maß für die Verlustcharakteristik eines Induktors. Induktoren mit hohem Q-Faktor weisen geringe Verluste auf und werden zur Herstellung feinabgestimmter,

schmalbandiger Schaltungen verwendet. Induktoren mit niedrigem Q-Faktor haben höhere Verluste, was zu einer breitbandigen Leistung führt.

Was ist die Eigenresonanzfrequenz einer Spule?

Reale Induktoren weisen eine Wicklungskapazität zwischen den Windungen auf, die wie ein paralleles Schaltungselement wirkt. Die Eigenresonanzfrequenz (SRF) eines Induktors ist die Frequenz, bei der die induktive Reaktanz im Betrag der kapazitiven Reaktanz der Wicklungen entspricht. Bei der SRF heben sich der induktive und der kapazitive Phasenwinkel auf, und die Impedanz ist effektiv rein ohmsch.

Der Impedanzwert steigt mit der Frequenz bis zur Eigenresonanzfrequenz (SRF) an, bei der die Impedanz eines Induktors ihren Maximalwert erreicht. Bei Frequenzen oberhalb der SRF nimmt die Impedanz mit steigender Frequenz ab.



Bild 3: Konische Induktivität mit „Flying Lead“

Wie werden Induktivitäten zur Impedanzanpassung eingesetzt?

Hat die Impedanz der Last einen kapazitiven Anteil, können Induktivitäten eingesetzt werden, um die Kapazität zu kompensieren. Die Last ist dann mit dieser Induktivität auf der Signalfrequenz nur noch reell und kann z.B. mit einem Übertrager angepasst werden. z.B. bei einer (zu) kurzen Antenne liegt die störende Kapazität in Reihe, also gilt das auch für die Kompensationsspule. Liegt die störende Kapazität parallel (z.B. Eingangskapazität einer FET-Stufe), wird auch die kompensierende Impedanz in Reihe mit einem DC-Blockkondensator parallel angeordnet.

Welche Arten von Induktivitäten stellt Coilcraft her?

Coilcraft entwickelt und fertigt serienmäßige Induktivitäten in verschiedenen Größen und Bauformen, um eine Vielzahl von Anforderungen an Filterung, Abstimmung und Impedanzanpassung zu erfüllen.

• HF-Chip-Induktivitäten

kompakte Größe, hohe Frequenz, hoher Q-Faktor, HF-Drosseln

• Luftspulen

für hohe Frequenzen, sehr hoher Q-Faktor, schmalbandige Vorspannungsdrosseln

• Leistungsinduktoren

hohe Induktivität, breitbandige Filterung

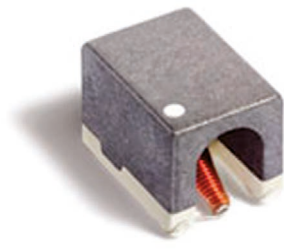


Bild 4: Breitbandige konische Induktivität für die Oberflächenmontage

• breitbandige Vorspannungsinduktoren und Drosseln

hohe Induktivität, breitbandige Filterung

Was ist ein konischer Induktor?

Serienmäßige breitbandige konische Induktoren mit „Flying-Lead“-Anschluss und für die Oberflächenmontage (Bild 3 und 4) sind eine spezielle Art von breitbandigen HF-Drosseln, die zur Filterung von Hochfrequenz- und Mikrowellenstörungen eingesetzt werden. Bei hohen Frequenzen wird die HF-Drossel zu einem hochohmigen Element, das dazu dient, Rauschen oder Gleichstrom von den gewünschten Signalen zu isolieren.

Wie funktioniert ein konischer Induktor?

Ein Induktor, der in Reihe (in der Leitung) mit einem Draht oder einer Leiterbahn auf einer Leiterplatte geschaltet ist, hemmt Stromänderungen – wie beispielsweise Wechselstrom-Störströme –, indem er Energie vorübergehend in einem Magnetfeld speichert und diese anschließend wieder an den Stromkreis abgibt. Wenn sich der durch den Induktor fließende Strom im Laufe der Zeit ändert (di/dt), erzeugt die im Magnetfeld des Induktors gespeicherte Energie eine Spannung ($V = L \times di/dt$), die einer weiteren Änderung des Stroms entgegenwirkt (diesen behindert). Unabhängig davon, ob der Strom durch den Induktor zunimmt oder abnimmt,

verlangsamt das Magnetfeld die Änderungsgeschwindigkeit des Stroms. Ähnlich wie mechanische Energie durch einen Stoßdämpfer gedämpft wird, wird die elektrische Energie einer „Spitze“ im Störstrom in einer HF-Drossel über die Zeit verteilt, um deren Auswirkungen zu verringern. Konische Induktoren bieten eine hohe Impedanz über einen sehr breiten Frequenzbereich.

Warum hat der Induktor eine konische Form?

Die konische Form begrenzt die Auswirkungen von Streukapazitäten und schafft effektiv eine Reihe von Schmalbandinduktivitäten, was zu einer hohen Impedanz über eine sehr große Bandbreite führt. Eine einzige konische Induktivität kann eine Reihe vieler Schmalbandinduktivitäten ersetzen.

Der entscheidende Faktor bei der Auswahl einer HF-Drossel für ein Bias-Tee ist der Frequenzbereich, der blockiert werden muss. Weitere wichtige Parameter sind der Gleichstromwiderstand, die Stromanforderungen, die Größe und die Kosten. Coilcraft hat serienmäßige Breitband-Konusdrosseln für die Oberflächenmontage (BCR-Serie) und für die Durchsteckmontage mit „Flying-Lead“-Anschluss (BCL-Serie) für Ultrabreitband-Bias-

Tee-Anwendungen bis zu 40 GHz entwickelt und hergestellt.

Welche Anwendungen finden andere Induktivitäten?

Keramikinduktivitäten mit hohem Q-Faktor, wie die in Bild 5 gezeigte vom Typ 0402DC, oder Luftinduktivitäten können eingesetzt werden, wenn ein schmales Frequenzband blockiert werden muss, wie beispielsweise bei Kleinsignal-Hochfrequenz-Kommunikationsleitungen in Mobiltelefonen. Für eine Audioleitung im Inneren eines Mobiltelefons hingegen, bei der es darauf ankommt, Verluste im Niederfrequenzbereich zu begrenzen, ist die Verwendung eines Ferritbauteils wie dem 0402DF ideal. Zwar ist die Spitzenimpedanz geringer, doch beträgt der Gleichstromwiderstand nur ein Drittel oder weniger als der des Gegenstücks mit Keramikkern.

Eine Anwendung, die die Nachfrage nach dieser Art von Produkten ankurbelt, ist die Integration der Antenne in das Gehäuse des Mobiltelefons. Früher wurde eine externe Antenne verwendet, um sicherzustellen, dass die Antenne vom Rest der Telefonkomponenten isoliert blieb. In jüngster Zeit wird die integrierte Antenne häufig in der Nähe eines Lautsprechers, eines Mikrofons oder einer Tastatur platziert, die

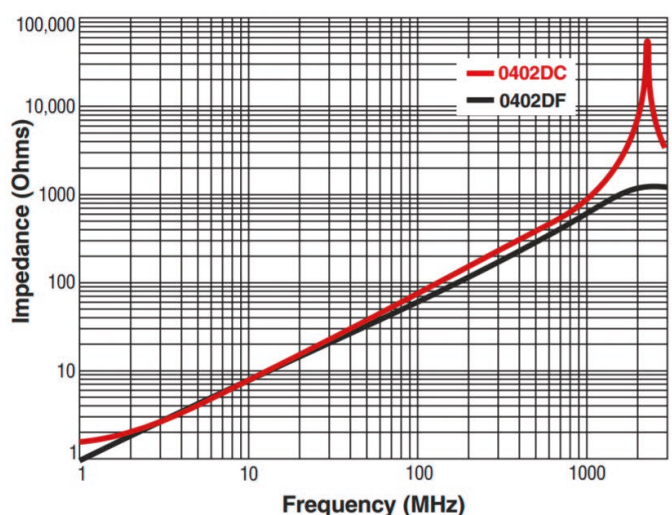
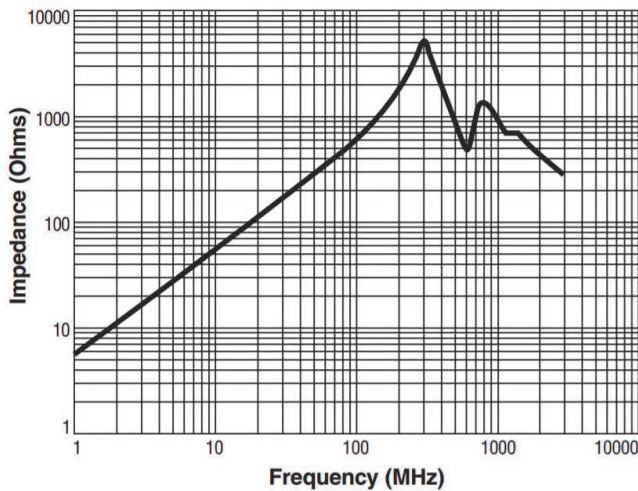


Bild 5: Coilcraft 0402DC & 0402DF 120 nH Impedanzverlauf

Impedance vs Frequency



Insertion loss measured in shunt (ref: 50 Ohms)

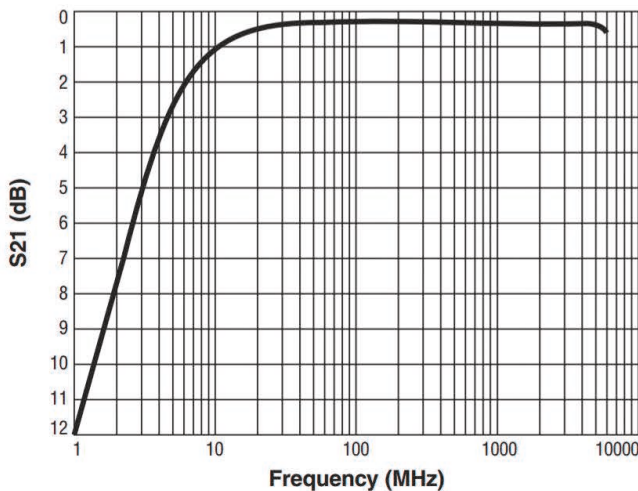


Bild 6: die beiden wichtigsten Kennlinien des Typs 4310LC

von den Antennenfrequenzen isoliert werden müssen, um eine Kopplung mit der Antenne zu verhindern.

In Breitbandanwendungen decken die meisten Induktivitäten keine ausreichende Bandbreite ab. Durch die Reihenschaltung von drei oder vier Induktivitäten lässt sich ein breiteres Band abdecken, allerdings steigt dabei der Gleichstromverlust. Da die Größe in vielen Breitbandanwendungen keine so entscheidende Rolle spielt, besteht oft die Möglichkeit, den Breitbandbereich der Schaltung durch Masseflächen, Abschirmungen usw. zu isolieren. Es gibt auch Fälle, in denen Gleichstrom in HF-Leitungen eingespeist wird.

Für diese Anwendungen übernehmen HF-Induktivitäten die Isolationsfunktion und schirmen das HF-Signal vor der Gleichstrom-Vorspannungsquelle ab.

Ein Beispiel, bei dem HF-Isolation erforderlich ist: Bei einer Fernsehantenne müssen möglicherweise bis zu 500 mA in die HF-Leitung eingespeist werden, während Frequenzen von 20 MHz bis 2 GHz abgeschirmt werden müssen. Betrachten wir die Isolation, die mit einer Coilcraft-4310LC-Breitbandinduktivität erreicht werden kann. Wie in Bild 6 dargestellt, bleibt die Impedanz des 4310LC von 20 MHz bis über 3 GHz größer als 100 Ohm. Die gezeigte Messung der Einfügungsdämpfung

bezieht sich auf die Spule, die parallel an eine Übertragungsleitung zur Masse geschaltet ist. Diese Kurve veranschaulicht, wie Frequenzen unterhalb von 10 MHz zur Masseebene (durch das Bauteil hindurch) und dass Frequenzen zwischen 10 MHz und 6 GHz von der Spule unterdrückt werden und entlang der Übertragungsleitung weitergeleitet werden.

Eine weitere Anwendung, die eine HF-Isolation erfordert, ist die Vorspannung einer PIN-Diode für den Einsatz in Glasfasernetzwerken. Hier ist eine Gleichstromeinspeisung von 200 mA auf einer HF-Leitung erforderlich, die Frequenzen von 100 MHz bis 30 GHz überträgt. Um diese Anforderung zu erfüllen, kann jeder konische BCR-Induktor von Coilcraft verwendet werden. Bild 7 zeigt, dass die Einfügungsdämpfung bei Verwendung von BCR-Induktoren im Bereich von 50 MHz bis 35 GHz weniger als 1 dB beträgt, wenn das Bauteil parallel zur Übertragungsleitung zur Masse gemessen wird.

Welche Tools unterstützen den Entwickler?

Entscheidend bei der Auswahl von HF-Drosseln ist der Frequenzbereich, der blockiert werden muss. Weitere wichtige Parameter sind Gleichstromwiderstand, Stromanforderungen, Größe und Kosten. Dabei können Online-Tools wie der „Highest Impedance Finder“ oder das „RF Inductor Comparison Tool“ von Coilcraft dabei helfen, die richtige HF-Drossel für Schmalbandanwendungen zu finden. Für größere Bandbreiten gibt es weitere Tools.

Was ist ein Ferritperle?

Ferritperlen, auch Ferritdrosseln genannt, werden als Tiefpassfilter eingesetzt, um hochfrequente Störsignale zu unterdrücken und gleichzeitig niederfrequente Signale oder Gleichstrom durch eine Schaltung durchzulassen. Die Störsignale können aus einer Vielzahl von Quellen stammen, darunter hochfrequente Schaltgeräusche aus einer Stromversorgungsschaltung oder HF-Störsignale in einer HF-Signalisolationsschaltung,

Insertion loss (ref: 50 Ohms)

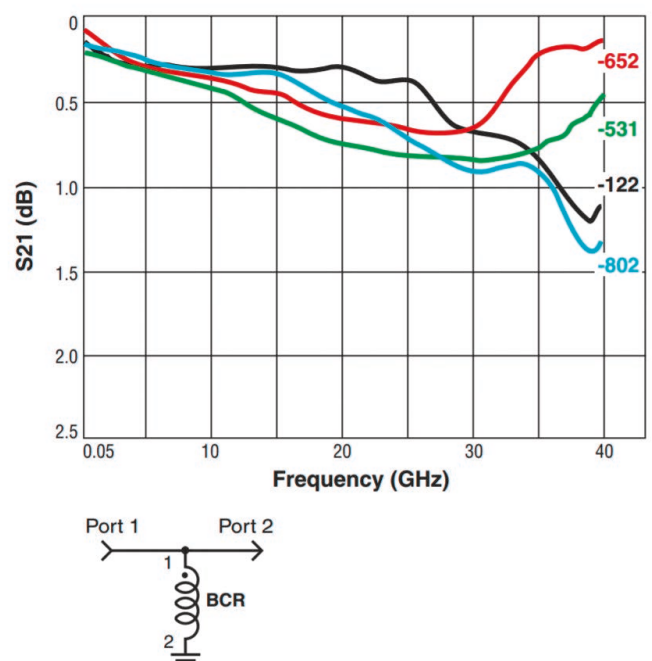


Bild 7: Kennlinien und Einfügung von Breitband-Kegelinduktoren

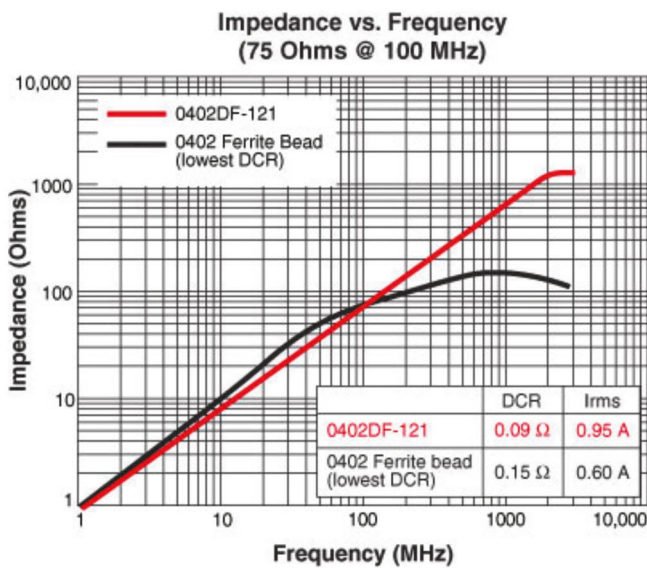


Bild 8: Verlauf Lowest DCR

die minimiert werden müssen, um sowohl die Signalintegrität als auch den Antennenwirkungsgrad zu gewährleisten.

Ferritperlen, ob als Chip oder drahtgewickelt, werden zur Filterung elektromagnetischer Störungen (EMI) eingesetzt. Es mag Sie überraschen, dass drahtgewickelte Ferritperlen eine hohe Dämpfung über einen breiten Frequenzbereich bieten, während herkömmliche Dickschicht-Chip-Ferritperlen sowohl hinsichtlich der Dämpfung als auch des Frequenzbereichs nur begrenzte Möglichkeiten bieten.

Drahtgewickelte versus herkömmliche Chip-Ferritperlen

Drahtgewickelte Ferritperlen bieten nicht nur eine bessere Dämpfung und Frequenzleistung als ihre Chip-Pendants, sondern zeichnen sich auch durch einen geringeren Gleichstromwiderstand (DCR) und höhere Nennströme ohne Kernsättigung aus, was zu höchstmöglicher Leistung bei kleinster Baugröße führt.

Drahtgewickelte Ferritperlen von Coilcraft sind in Standardgehäusegrößen von 0201 (0603) bis 1812 (4532) erhältlich, die alle einen extrem niedrigen DCR aufweisen und gleichzeitig

eine hohe Filterimpedanz über den Breitbandfrequenzbereich beibehalten. Diese Eigenschaften verbessern die Leistung der Drosselschaltung und ermöglichen gleichzeitig eine potenzielle Platzersparnis auf der Leiterplatte, indem ein größerer Chip-Ferritperlen durch eine gleichwertige oder leistungsstärkere drahtgewickelte Ferritperle ersetzt wird.

Bild 8 und Bild 9 veranschaulichen, wie drahtgewickelte Ferritperlen von Coilcraft im Vergleich zu Chip-Ferritperlen mit niedrigem und hohem DCR eine überlegene Breitbandleistung bieten. Bild 10 vergleicht den drahtgewickelten Ferritkern 0402DF-121 von Coilcraft mit dem Chip-Ferritkern der Größe 0402 mit dem niedrigsten DCR-Wert. Der 0402DF bietet über den gesamten Frequenzbereich eine höhere Impedanz und sorgt so für eine bessere Filterwirkung ab 100 MHz.

Im Vergleich zu typischen Chip-Ferritperlen mit hohem DCR behält die drahtgewickelte Ferritperle von Coilcraft die gleiche Hochfrequenzdämpfung bei und bietet gleichzeitig höhere Nennströme sowie einen um 40% besseren DCR.

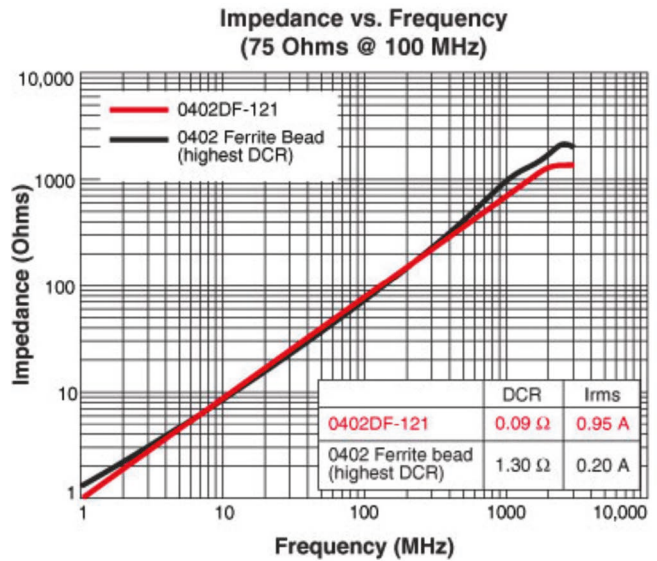


Bild 9: Verlauf Highest DCR

Welche Arten von Ferritperlen stellt Coilcraft her?

- Ferritkonstruktion für höhere Strombelastbarkeit
- höhere Induktivitätswerte als andere Induktoren
- geringe Verluste für Niederfrequenz-Filteranwendungen
- RoHS-konform, halogenfrei, 260-°C-beständig

Was ist ein LC-Filter?

Ein LC-Filter kombiniert Induktivitäten (L) und Kondensatoren (C), um in Hochfrequenzanwendungen und vielen anderen Bereichen Tiefpass-, Hochpass-, Multiplexer-, Bandpass- oder Bandsperrefilter zu bilden. Passive elektronische LC-Filter blockieren oder reduzieren Störsignale (EMI) aus Schaltungen und Systemen und trennen oder konditionieren gewünschte Signale.

Während ideale Filter die gewünschten Signalfrequenzen ohne Einfügungsverlust oder Verzerrung durchlassen und alle Signale im Sperrband vollständig blockieren würden, weisen reale Filter Gleichstrom- und Wechselstromwiderstände auf, die zu Einfügungsverlusten beitragen

und eine sorgfältige Auswahl der Bauteile erfordern. Die Auswahl der exakten Werte der Bauteile für eine bestimmte Anwendung erfordert hochwertige Komponenten sowie vollständige Spezifikationen und Leistungsmodelle. Am einfachsten zu entwerfen und zu realisieren sind die Tiefpass- und Hochpass-Typen.

Die HF-Chip-Induktivitäten und Luftinduktivitäten von Coilcraft mit hohem Q-Faktor, engen Toleranzen und für die Oberflächenmontage helfen dabei, in all diesen Kategorien von LC-Filtern Spitzenleistung zu erzielen.

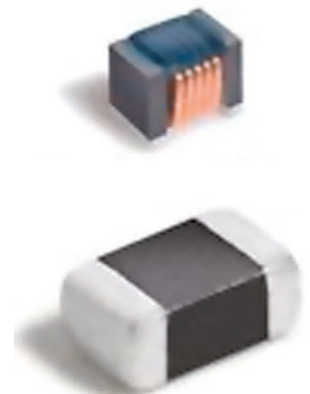


Bild 10: Drahtgewickelte Ferritspulen (oben) sind herkömmlichen Chip-Ferritperlen (unten) überlegen (s. Text)

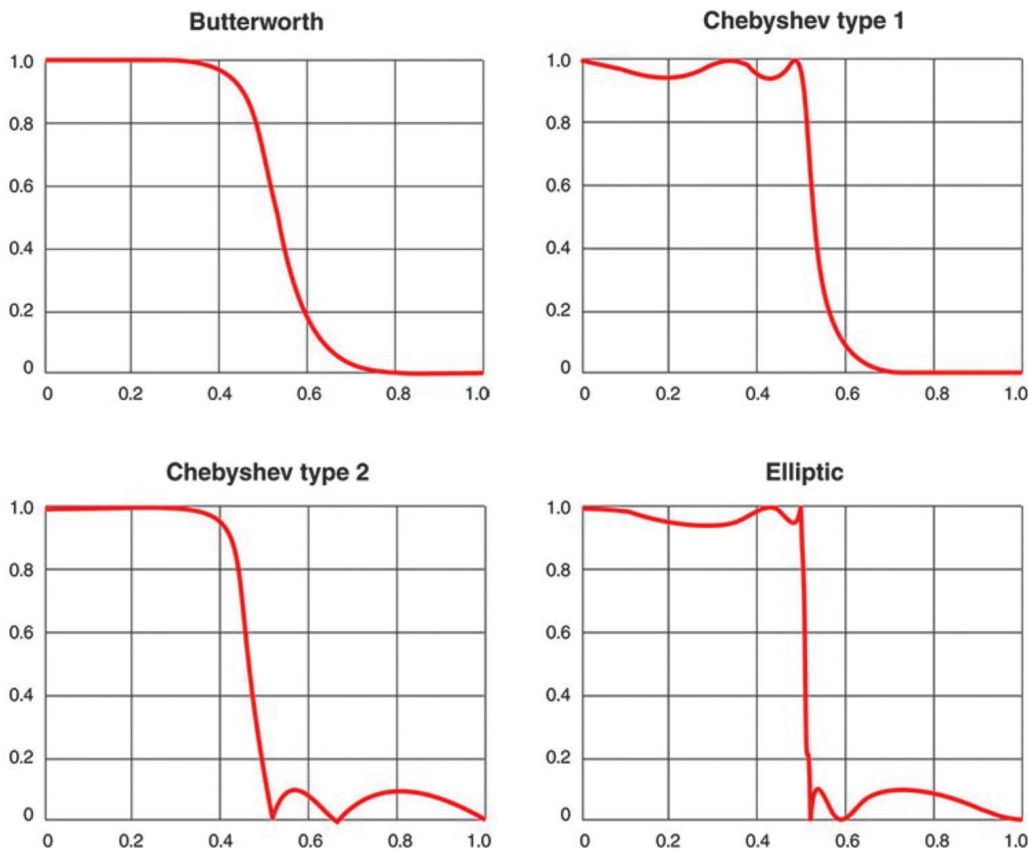


Bild 11: Typische Verläufe von vier bekannten Tiefpassfilter-Typen

Wie entwirft man LC-Filter?

Die Filtercharakteristik (Typ) bestimmt die Ebenheit des Frequenzverhaltens und die Schärfe der Grenzfrequenz. Es gibt viele verschiedene Filtertypen, darunter solche mit den am häufigsten gewünschten Eigenschaften wie Butterworth-, Bessel-, Tschebyscheff- und elliptische Filter (Bild 11).

Das einfachste LC-Filter besteht aus einer Induktivität und einem Kondensator. Filter höherer Ordnung verwenden mehr Bauteile, um einen schärferen, klarer definierten Abfall bei der Dämpfung unerwünschter Störsignale zu erzielen. Beispielsweise bieten elliptische (Cauer-)Filter den schärfsten Abfall und sind am wenigsten empfindlich gegenüber Bauteilschwankungen. Als Kompromiss weisen elliptische LC-Filter jedoch eine stärkere

Welligkeit im Durchlass- und Sperrbereich auf.

Moderne Programme zur Schaltungssynthese und -analyse können die ansonsten mühsamen und zeitaufwändigen Berechnungen für den Entwurf von LC-Filtern schnell durchführen. Filtersynthese-Programme generieren die erforderlichen L- und C-Werte. Sobald die anfänglichen Idealwerte berechnet wurden, werden praktische Lösungen unter Verwendung von handelsüblichen Bauteilen erstellt.

Im Idealfall könnte man einfach den durchzulassenden und den zu sperrenden Frequenzbereich definieren, und ein Programm würde Standard-Bauteilwerte generieren, die zur tatsächlichen Leistung auf der Leiterplatte führen. Realistisch betrachtet beginnt der Entwurf eines passiven LC-Filters mit Berechnungen, und anschließend ist

ein sehr iterativer Trial-and-Error-Prozess erforderlich, um die tatsächliche Leistung an die geforderte Leistung anzupassen. Um die Entwurfszeit zu verkürzen und die Genauigkeit der Entwurfsberechnungen zu verbessern, stehen Modelle realer Induktivitäten zur Verfügung.

Für viele Entwürfe sind genaue Induktivitätsmodelle auf der Grundlage tatsächlicher Bauteilmessungen erforderlich, während für die Simulation ideale Kondensatoren verwendet werden können. Simulationen von Filtern im Gigahertz-Bereich erfordern unter Umständen ebenfalls nichtideale Kondensatormodelle.

Es stehen kostenlose Programme zur Erstellung grundlegender LC-Filterentwürfe zur Verfügung. Die Software „LC Low Pass Filter Designer“ von Coilcraft (entwickelt von Nuhertz Technologies Filter Solutions)

nutzt auf realen Messungen basierende S-Parameter-Modelle der Induktivitäten für verbesserte Filtersimulationen.

Wie entwirft man ein elliptisches Tiefpassfilter mit der „Coilcraft LC Filter Designer“-Software?

- Auswahl von 3, 5 oder 7 Polen
- Verwendung tatsächlicher Coilcraft-Induktivitätsdaten
- S-Parameter-Analyse
- charakteristische Impedanz von 50 Ohm
- Anforderung kostenloser Coilcraft-Induktivitätsmuster direkt über die Software

Zwar mögen diese Simulationen für viele Entwürfe akzeptabel sein, es ist jedoch zu beachten, dass sie keine Leiterplattenparasiten berücksichtigen, die sich auf die tatsächliche Grenzfrequenz der auf einer Leiterplatte montierten Bauteile auswirken.

In welchen Anwendungen werden LC-Filter eingesetzt?

LC-Tiefpass- und LC-Hochpassfilter werden in vielen allgemeinen Filteranwendungen eingesetzt, um unerwünschte Frequenzen auszublenden und EMV/EMI-Anforderungen zu erfüllen.

Beispiel Klasse-D-Verstärker: Um die EMV-Anforderungen bei Klasse-D-Verstärkern mit einer Ausgangsleistung von über 10 W zu erfüllen, wird am Ausgang des Verstärkers ein LC-Filter eingesetzt, um die durch das Schalten verursachten Stromwelligkeiten zu glätten. Doppelinduktivitäten kombinieren zwei Klasse-D-Induktivitäten in einem einzigen Gehäuse, um eine möglichst geringe Grundfläche zu erzielen. Hochtemperatur-Doppelinduktivitäten der Klasse D gemäß AEC-Q200 Grade 1 eignen sich für die rauen Bedingungen in Automobilanwendungen. ◀