Miniaturisierung

Wie sich der Bauraum von induktiven Bauteilen reduzieren lässt

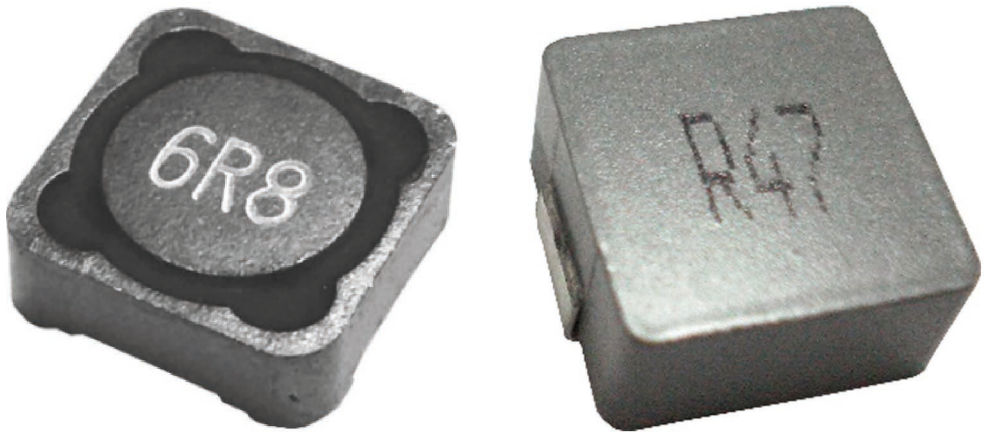

Bild 1: Induktivität in Ferrit- und Eisenpulvertechnologie (© Chilisin)

Platz auf der Platine ist knapp. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an die technischen Eigenschaften der induktiven Komponenten. Durch die Auswahl der richtigen Technologie gelingt der Spagat zwischen Platzbedarf und Performance.

Im Automobilbereich ist es längst üblich, den verfügbaren Bauraum von Modulen festzulegen, bevor mit der Entwicklung der eigentlichen Komponente überhaupt begonnen wird. Auch in der Industrie gibt es verstärkt Größenrestriktionen, um Platz, Gewicht und Kosten einzusparen. Gleichzeitig erfordern moderne Designs vieler Applikationen höhere Ströme, höhere Schaltfrequenzen, höhere Effizienz und ein besseres Temperaturmanagement.

Power-Induktivitäten

Ein klassischer Anwendungszweck für Induktivitäten ist die Filterung von elektrischen Störungen in einem Leiter. Zum Filtern von Gegentakt-Störungen in einem Stromsignal werden Spulen mit einfacher Wicklung eingesetzt. Um den Filterungseffekt zu verstärken, ist die Nutzung eines Ferritkerns üblich. Bei hohen Strömen und Temperaturen tritt jedoch ein Sättigungseffekt auf. Oft werden Spulen, die deutlich höhere Puffer-Induktivitätswerte aufweisen als eigentlich für die Applikation notwendig, eingesetzt, um diesen Effekt zu umgehen. Nachteil dieser Überspezifizierung ist, dass die Bauteile dadurch signifikant größer und teurer werden. Bild 1 zeigt die Induktivität in Ferrit- und Eisenpulvertechnologie.

Anderes Kernmaterial

Ein eleganter Ansatz, um das zu vermeiden, ist die Verwendung von Spulen mit einem anderen Kernmaterial, etwa Eisen- oder Metallpulver. Bild 2 zeigt den Induktivitätsverlauf von Ferrit- und Metallpulver-Drosseln bei steigenden Strömen und verschiedenen Temperaturen. Die Metallpulver-Bauteile haben sowohl bei 25 °C als auch bei 150 °C einen stabileren Verlauf des Induktivitätswerts als die Ferrit-Modelle.

Für die Produktauswahl in der realen Anwendung bedeutet das, dass Spulen mit niedrigerer Nenninduktivität gewählt werden können. Das geht in der Regel mit einem kleineren Footprint und dadurch einer günstigeren Komponente einher.

Induktivitätswert

Inzwischen sind Technologie und Produktionsprozess der Metallpulver-Induktivitäten an die Anforderungen des Marktes angepasst: Sie erfüllen die technischen Anforderungen moderner Applikationen und sind kommerziell wettbewerbsfähig.

Doch ein genauerer Blick auf die Spezifikation der Applikation lohnt sich. Anstatt bei der Komponentenauswahl den Nennwert der Induktivitäten im Datenblatt zu vergleichen, sollte man sich die Frage stellen: „Welcher Induktivitätswert wird bei realem Betriebsstrom und der üblichen Umgebungstemperatur benötigt?“ Das konstante Verhalten

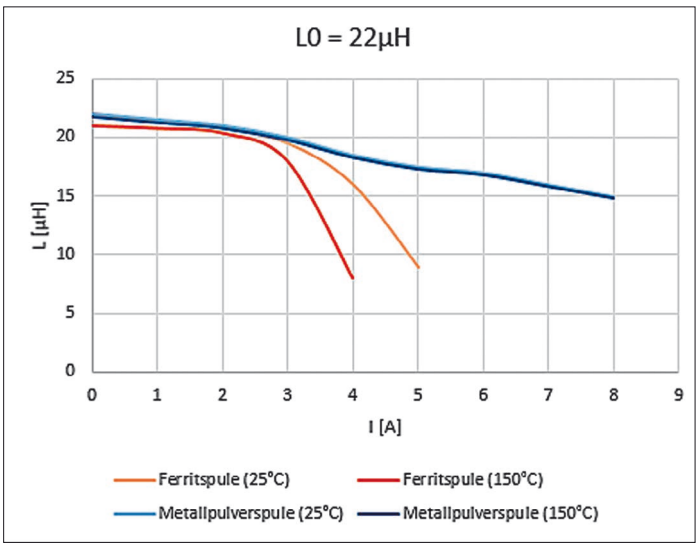

Bild 2: Typischer Sättigungsverlauf von Spulen verschiedener Technologien mit einem Nennwert der Induktivität L_0 = 22 µH und 10 x 10 mm Footprint (© Rutronik)

Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH
www.rutronik.com

Materialklasse	Magnetische Permeabilität µ
NiZn Ferritkerne	10 - 3.500
MnZn Ferritkerne	300 - 20.000
Nanokristalline Ferritkerne	700 - 200.000

Bild 3: Gängige Kernmaterialien mit ihren Permeabilitätswerten (© Rutronik)

der Metallpulver-Spulen gibt außerdem die Sicherheit, dass sie den EMV-Test zuverlässig bestehen.

Übertrager und EMI-Filter

Übertrager und EMI- (Electromagnetic Interference) Filter werden vergleichsweise selten mit Standardprodukten realisiert - zu vielfältig sind die Anforderungen an diese Produkte. Die Hersteller haben die Komponenten in den letzten Jahren technologisch deutlich weiterentwickelt. Insbesondere bei Stromversorgungen im Bereich der Leistungselektronik werden bei klassischen Ferritkern-Designs für Hochfrequenz-Übertrager gerne die Grenzen der Spezifikation ausgereizt. Der Übertrager ist oft das Bauteil mit der größten Bauhöhe auf der Platine. Dadurch ist dessen Miniaturisierung essentiell. Außerdem trägt er mit seinem großen Volumen signifikant zur Erwärmung des Gesamtsystems bei.

„Nanokristalline Kerne“

Um kleinere Bauformen und effizientere Schaltungen realisieren zu können, wurden sogenannte „Nanokristalline Kerne“ entwickelt. Diese Materialien verfügen über eine deutlich erhöhte magnetische Permeabilität. Dadurch lässt sich eine größere magnetische Flussdichte im Bauteil erzeugen. Außerdem ermöglichen sie Übertrager mit einer höheren Schaltfrequenz, was geringere Verluste bedeutet.

Offene Designs

Ein weiterer Trend sind offene Designs, die nicht von einem Gehäuse umschlossen sind, sondern zur Einhaltung der Kriechstromfestigkeit lediglich auf einer Grundplatte montiert werden. Das spart Platz und begünstigt eine bessere Temperaturabfuhr.

Fazit

Heute stehen Induktivitäten mit verschiedenen, teils neuen Materialien und Designs zur Verfügung, die alle zentralen Anforderungen zeitgemäßer Applikationen beantworten: Geringe Größe und Gewicht sowie höhere Ströme und Schaltfrequenzen und ein optimiertes Temperaturverhalten. Bei der Komponentenauswahl ist es entscheidend, nicht nur die Nennwerte der Induktivitäten zu berücksichtigen, sondern die Werte im realen Betrieb der Applikation. ◄