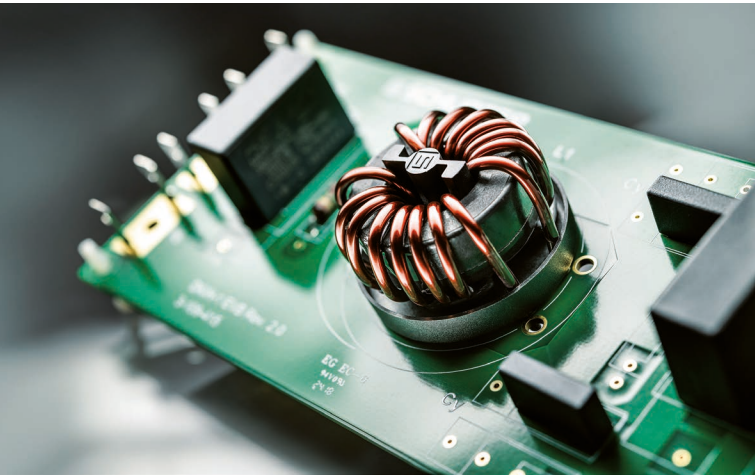


In sechs Schritten zum optimalen Filter



Jeder Entwickler eines elektrischen oder elektronischen Gerätes steht vor demselben Problem: Am Ende muss das Gerät internationalen EMV-Richtlinien bezüglich Emission und Immision standhalten. Im Zeitalter der Substituierung mechanischer und mechatronischer Systeme durch rein elektrische kommt der EMV somit eine stetig wachsende Bedeutung zu.

Doch die Ursachen von EMV-Störungen können unterschiedlichster Art sein. Daher sind Standardfilter auch nicht immer die einfachste und beste Lösung. SCHURTER bietet daher mit dem DKIH1-EVB ein Evaluation Board an, mit welchem sich in kurzer Zeit in einem iterativen Prozess ein nahezu ideales Filter für den spezifischen Störfall bauen lässt.



Ursprungsgedanke

Probleme, oftmals schwer vorhersehbarer Natur, entstehen zumeist im Leistungsteil. Wie die meisten Elektronikbaugruppen wird auch der Leistungsteil vermehrt mit diskreten Komponenten auf Leiterplatten aufgebaut. Durch die hohe Integration von Bauteilen zum Erreichen einer kompakten Bauform können thermische Probleme aufgrund hoher Ströme auf der Leiterplatte entstehen. Dadurch auftretende EMV-Störungen können sich wegen fehlender räumlicher Trennung auf benachbarte Baugruppen auswirken.

Autor:
Herbert Blum
Product Manager
EMC & Supercaps
SCHURTER AG
info.de@schurter.com
www.schurter.com

Deshalb ist ein kompaktes Filter direkt auf der Leiterplatte mit diskreten Komponenten oftmals die beste Lösung. Und eine Stromkompensierte Drossel mit Kondensatoren bildet die effizienteste Maßnahme in der EMV-Entstörung.

Nichts geht ohne Messungen

Gleich vorweg: Nichts geht ohne Messungen. Nur wer selbst EMV-Messungen nach EN 55011 durchführen kann, sollte die DKIH Evaluation Boards näher ins Auge fassen. Varianten der Boards gibt es für Ein- und Dreiphasensysteme. Diese Evaluation Boards lassen sich in Systemen mit bis zu 50 A einmessen.

Das Filter-Design

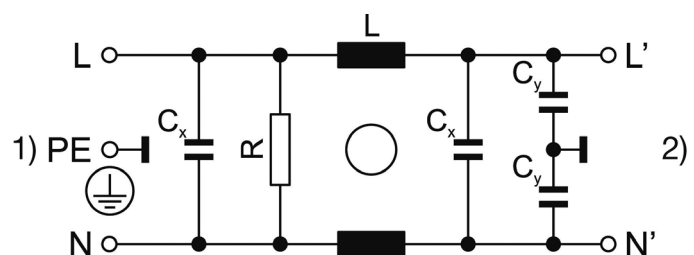
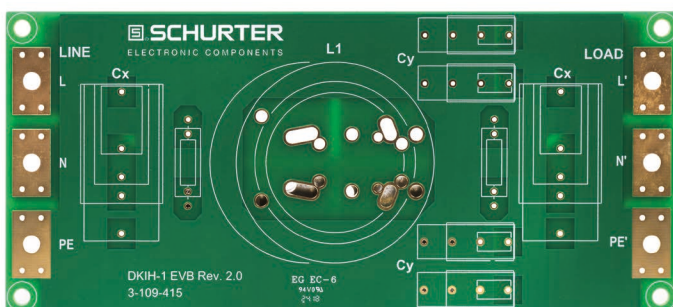
Ein EMV-Filter soll die Emissionen unter die für die Anwendung festgelegten Grenzwerte bringen. Die meisten Produktnormen verlangen Messungen im Bereich von 150 kHz bis 30 MHz leitungsführend und von 30 bis 1000 MHz gestrahlt. Um einen EMV-konformen Betrieb zu gewährleisten, sind oft Netzfilter nötig. Dazu werden klassische LC-Filter verwendet, die aus einer Kombination von Störschutzkondensatoren und Drosseln bestehen. Die Drossel ist typischerweise als stromkompensierte Drossel aufgebaut mit zwei gegenläufigen Windungen und gleicher Anzahl Windungen. Dadurch werden die Magnetfelder kompensiert, was zur Folge hat, dass der normale Betriebsstrom keine Induktivität sieht.

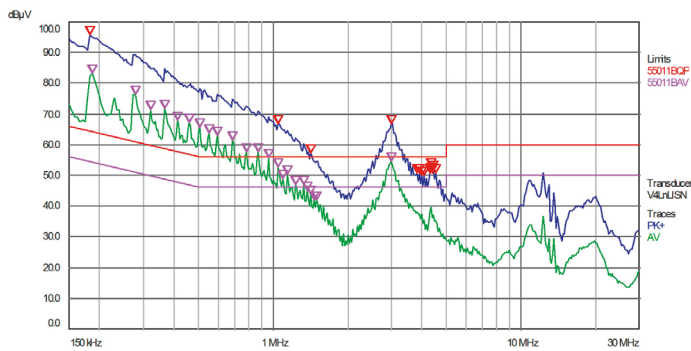
Ein Schema eines typischen Einphasenfilters ist abgebildet. Mit einer stromkompensierten Drossel sowie zwei X-Kondensatoren zwischen L und N sowie zwei Y-Kondensatoren gegen Erde. Diese Schaltung ist sehr effektiv mit kleiner Verlustleistung, bringt aber eine gute Störungs-dämpfung über einen großen Frequenzbereich.

Messung am realen Störer

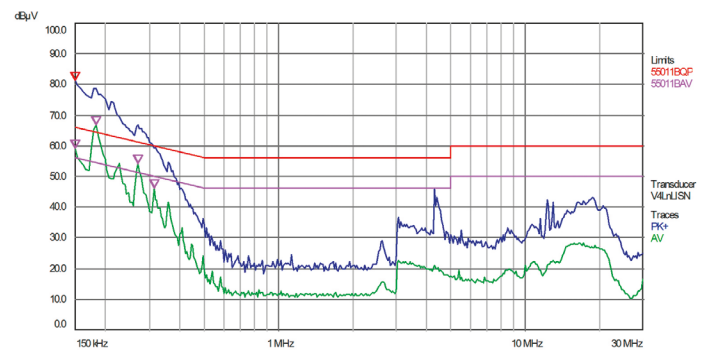
Der universelle Aufbau erlaubt den Aufbau einer klassischen LC-Filterschaltung. Zwei X-Kondensatoren verschiedenster Größe können vor und nach der Drossel eingebaut werden sowie insgesamt vier Y-Kondensatoren. Zum Schutz gegen elektrischen Schlag sind Ableitwiderstände vorgesehen. Der Anschluss erfolgt über zwei Steckungen 6,3 x 0,8 mm, eine 4-mm-Bohrung oder direktes Anlöten der Kabel auf die großflächigen Pads. Es empfiehlt sich, den Erdanschluss möglichst flächig durch Kupfer-Tape oder breite Kupferlitze zu erstellen. Die Wirkung der Y-Kondensatoren wird erheblich durch die Anbindung beeinflusst.

Wenn man keine vorgängigen Messungen oder Simulationen gemacht hat, ist meist nicht bekannt, ob wir es mit einer hohen asymmetrischen (L/N gegen PE) oder symmetrischen (L gegen N) Störung zu tun haben. Es empfiehlt sich immer, zuerst eine Messung ohne Filterkomponenten am Gerät zu machen. Dabei muss darauf geachtet werden, den maximalen Störpegel zu finden. Dieser ist entscheidend für die EMV-Konformität.

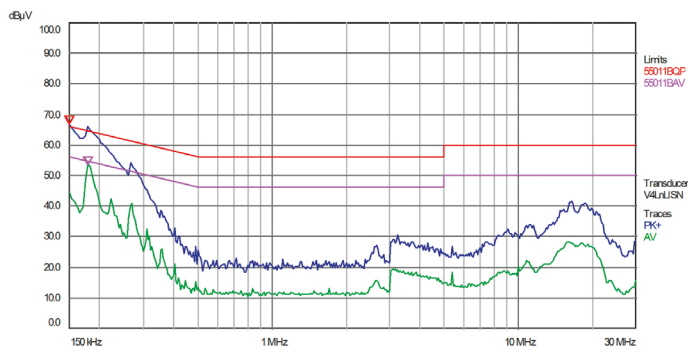




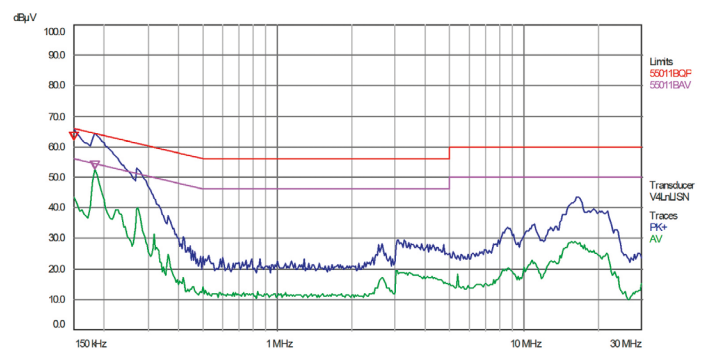
Spektrum bei Schritt 1



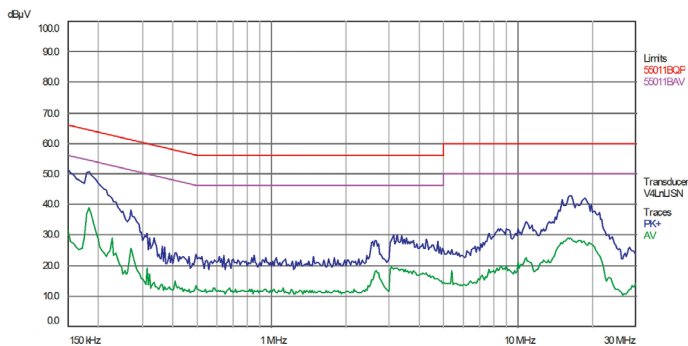
Spektrum bei Schritt 2



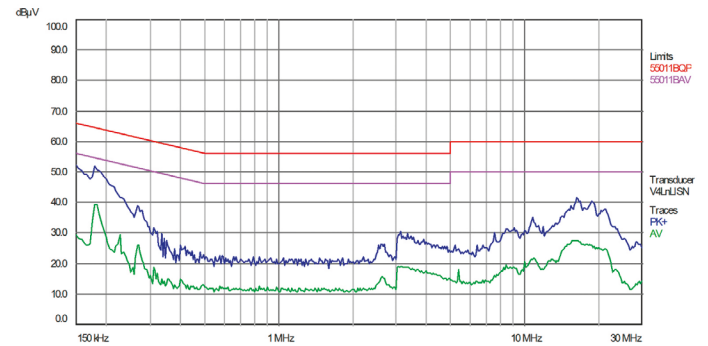
Spektrum bei Schritt 3



Spektrum bei Schritt 4



Spektrum bei Schritt 5



Spektrum bei Schritt 6

Schritt 1:

Messung ohne Filterkomponenten, leitungsgeführt 150 kHz 30 MHz

- Die Grenzwerte werden klar überschritten.

Schritt 2:

Bestückung des Evaluation Boards DKIH1-EVB mit Drossel 0,8 mH (10-A-Ferrit) und Kapazitäten von 2 x 470 nF und 4 x 2,2 nF

- ungenügende Dämpfung, insbesondere im tieferen Frequenzbereich

- Durch größere X-Kondensatoren kann die Dämpfung im tieferen Bereich erhöht werden.

Schritt 3:

Bestückung des DKIH1-EVB mit obiger Drossel und größeren X-Kapazitäten von 2 x 1 μ F und 4 x 2,2 nF

- noch immer knapp ungenügende Dämpfung trotz größerer X-Kondensatoren.
- Ein Austausch der Drossel mit Ferritkern durch eine

Drossel mit nanokristallinem Kern mit viel höherer Induktivität (6,9 mH) ist angesagt.

Schritt 4:

Bestückung des DKIH1-EVB mit nanokristalliner Drossel 6,9 mH (10-A-NK), Kapazitäten verbleiben

- nur noch knapp ungenügende Dämpfung infolge der größeren Induktivität
- Filterwirkung noch nicht optimal

Schritt 5:

Bestückung des DKIH1-EVB mit 6,9 mH (10-A-NK), X-Kondensatoren vergrößert auf 2 x 2,2 μ F, Y-Kondensatoren verbleiben bei 4 x 2,2 nF

- sehr gute Dämpfung
- Die Schaltung kann aber noch kosten- und platzoptimiert werden.

Schritt 6:

Bestückung des DKIH1-EVB mit Ferritdrossel 0,8 mH (10-A-Ferrit), Kapazitäten bleiben gleich

- Der Anteil der asymmetrischen Störungen ist bei diesem Beispiel nicht sehr groß, sodass die Induktivität reduziert werden kann.
- kostenoptimierte Schaltung mit großen X-Kondensatoren anstelle teurer nanokristalliner Drosseln

Vor der Umsetzung

Ist eine passende Schaltung auf dem Evaluation Board gefunden, gilt es einige Fragen zu beachten, bevor die Schaltung auf der Geräteplatine umgesetzt wird:

- Massenanbindung der Y-Kondensatoren?
- Ableitstrom der Y-Kondensatoren?

- Erwärmung der Drossel (bei kritischem Laststrom Temperatur messen)?
- Platzbedarf der Komponenten?
- Ist das Temperatur-Rating der Komponenten ausreichend?
- Sind die Spannungs-Ratings der Kondensatoren ausreichend?
- Entsprechen die Kondensatoren den gängigen Sicherheitsanforderungen für die verwendete Netzspannung?

Die IEC-Normen verlangen bei 250 VAC-Anwendungen in der Regel den Einsatz von Sicherheitskondensatoren mindestens der Klasse X2 und Y2.

- Hochspannungsanforderungen an die Kondensatoren?

Besonders die Ableitströme sind oft kritisch aufgrund von Anwendungs- oder Normanforderungen. Es empfiehlt sich, die Ströme der gesamten Anlage mit eingebauter Filterschaltung zu messen. Die normalen Ableitströme der eingesetzten Kondensatoren können einfach berechnet werden:

$$I_L = 2\pi \times f_n \times U_n \times C_y$$

Zusammenfassung

Dank der neuen SCHURTER DKIH Evaluation Boards können verschiedenste Filterkonfigurationen schnell ohne Änderungen am Platinen-Layout eingemessen werden. Mit hohen L- und C-Werten können die allermeisten Störungen ausreichend gedämpft. Die Kunst des

optimalen Filter-Designs besteht aber darin, die richtige Komponentenkombination zu finden. Oft sind etwas kleinere C- und L-Werte ausreichend, wenn es optimal kombiniert wird.

Es empfiehlt sich, die fertige Anwendung mit dem finalen Filter-Design auf der Platine nochmals auszumessen. Eine EMV-Messung der fertigen Anlage oder des Gerätes ist unabdingbar für die Konformitätserklärung.

Bei Unklarheiten und Messproblemen steht Ihnen der SCHURTER EMV-Service gerne mit Rat und Tat zu Seite. Denn die SCHURTER Gruppe ist als Schweizer Technologieunternehmen weltweit erfolgreich tätig und überzeugt mit ihren Komponenten für sichere Stromzuführung, Eingabesystemen für einfache Bedienung und anspruchsvollen Gesamtlösungen. ◀