

Komplexe Wechselwirkung



Verkürzte Entwicklungszeiten für kundenspezifische EMV-Filter durch den Einsatz neuer Simulationswerkzeuge

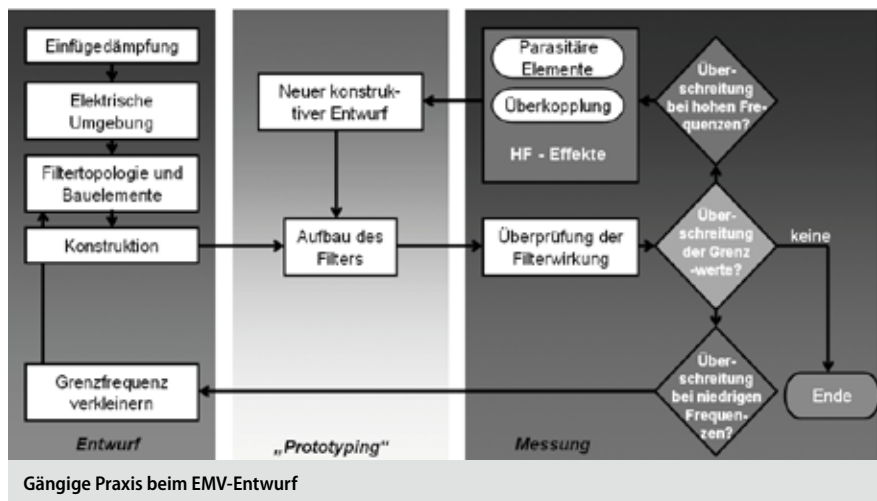
Der Aufwand für den Entwurf elektronischer Geräte steigt insbesondere bei hoher Leistung oder hohen Schaltfrequenzen sowie bei wachsender Komplexität. Computergestützte Simulationen sind daher bei der Auslegung und Optimierung einzelner Komponenten unverzichtbar geworden. Insbesondere die Wechselwirkungen der Energieumformung mit dem speisenden Netz und der Last sind in ihrer Komplexität kaum anders sicher zu beherrschen.

■ Stefan-Peter Weber

Aufgrund des hohen Aufwandes für Entstörmaßnahmen zur Sicherstellung der EMV (elektromagnetische Verträglichkeit) leistungselektronischer Geräte besteht ein großer Bedarf an optimierten Lösungen, die mit einem nicht immer geringen Entwicklungsaufwand verbunden sind. Und so rückt der effiziente Entwurf von Entstörmaßnahmen in den Vordergrund. Das in der Forschung der letzten Jahre insbesondere durch den Einsatz von Simulationstechnik erarbeitete Verständnis für die elektromagnetische Verträglichkeit wird in der Praxis des EMV-Entwurfs leistungselektronischer Geräte jedoch nicht genutzt, weil die notwendigen Berechnungen zu aufwändig sind. Obwohl ein großer Bedarf an optimierten Lösungen besteht, und viele Geräteentwickler weltweit damit beschäftigt sind, die Einhaltung gesetzlicher Regelungen oder weitergehender Kundenwünsche mit der Methode von „Versuch und Irrtum“ zu bewerkstelligen, gibt es kaum Hilfsmittel für einen wirkungsvollen EMV-Entwurf.

Virtuelle Prototypen untersuchen sämtliche relevanten Effekte

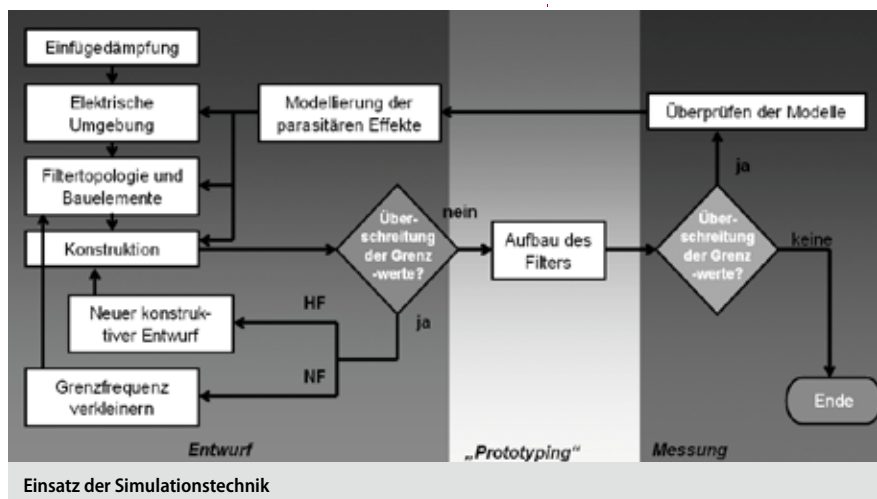
In der gängigen Praxis hängt die Effizienz beim gezielten Entwurf optimaler EMV-Fil-



terlösungen maßgeblich von Erfahrung und Fähigkeiten des Entwicklers ab. Mit dem Einsatz von Simulationstechnik wird es möglich, sehr viele Konfigurationen in der jeweiligen Filterumgebung auszuprobieren und zu einer optimalen Lösung zu kom-

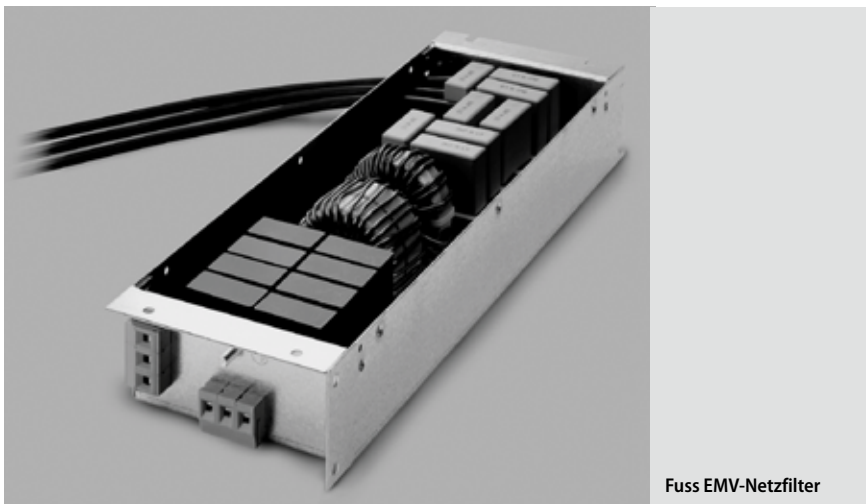
men. Dabei werden sämtliche relevanten Effekte im Frequenzbereich der EMV ohne Fertigung von Prototypen einbezogen.

Um eine effiziente Entwurfsmethodik für EMV-Netzfilter drehzahlveränderbarer Antriebe zu entwickeln, wurden die >



AUTOR

Stefan-Peter Weber
 ist Technischer Leiter bei Fuss-EMV in Berlin-Adlershof
 T +49/30/4044004
 stefan.weber@fuss-emv.de



grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen EMV und verschiedenen Betriebsarten untersucht. Die maximalen Gleichtaktstörpegel treten dabei im Leerlauf bei maximaler Schaltfrequenz und kleinen Drehzahlen auf. Im unteren Frequenzbereich entstehen maximale Gleichtaktstörpegel mit den längsten Motorkabeln, bei höheren Frequenzen auch mit kürzeren Kabeln. Die maximalen Gegentaktstörpegel entstehen bei maximaler Schaltfrequenz unter Vollast. In Systemen mit Dioden-Gleichrichter und langem Motorkabel stellen umgewandelte Gleichtaktstörungen in gleicher Höhe auch die höchste Anforderung für die Gegentaktdämpfung von EMV-Netzfiltern dar.

Die Hüllkurve der durch Wechselrichterschaltungen erzeugten Gleichtaktstörspannung kann in erster Näherung aus dem Spektrum einer Rechteckimpulsfolge nach oben abgeschätzt werden. Bei den verwendeten Steuerverfahren ist die Amplitude der Rechteckimpulsfolge die Zwischenkreisspannung mit einer Periode entsprechend der Schaltfrequenz des Wechselrichters. Bei Kenntnis der im jeweiligen Steuerverfahren erzeugten Pulsmuster können Mittel- und Spitzenwerte der Gleichtaktstörspannung im Frequenzbereich ermittelt werden. Bei Kenntnis des Schaltverhaltens der aktiven Bauelemente wiederum lassen sich auch die Gegentaktstörpegel vorhersagen. Liegt bereits ein Prototyp des zu entstehenden Systems vor, kann zur Ermittlung

der notwendigen Einfügungsdämpfung das unentstörte System vermessen werden.

Effiziente Filtertopologie

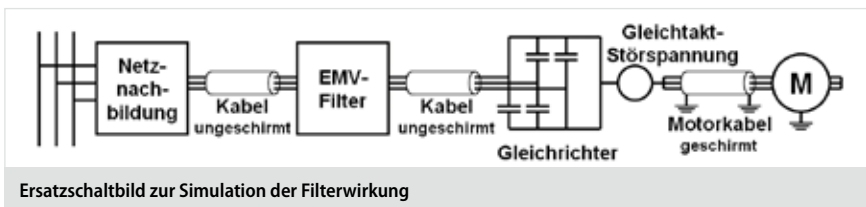
Die entwickelten Modelle von Filterbauelementen, Spannungszwischenkreisen, Anschlussleitungen und Asynchronmotoren für den Frequenzbereich von 10 bis 30 MHz sind schnell und einfach zu parametrisieren. So erhält man am Netzwerksimulator in kurzer Zeit eine Entwicklungsumgebung für den Entwurf von EMV-Netzfiltern unter Berücksichtigung der Hochfrequenzeigenschaften. Werden Störquellen- und Störsenkencharakteristik mit einbezogen, so lassen sich mit dieser Simulationsmethodik erforderliche Filtertopologie und Filterbauelemente gezielt und effizient ermitteln. Gegenüber dem aufwändigen Aufbau von Prototypen kann so eine große Anzahl von Filterlösungen kostengünstig getestet werden. Auch die Filterwirkung beliebiger, noch nicht verfügbarer Bauelemente lässt sich vorhersagen. Treten nach dem simulativen Filterentwurf noch Grenzwertüberschreitungen auf oder ist der erreichte Abstand zu den Grenzwertkurven unnötig hoch, so besitzt man in der Simulationsumgebung ein mächtiges Werkzeug, um gezielt Parameter zur Optimierung zu finden. Es liegt somit ein Werkzeug vor, das sowohl für Anfänger als auch für erfahrene EMV-Entwickler sehr hilfreich ist.

EMV-Filterentwürfe können für dominante Gleichtaktstörungen von Frequenzumrichtern aus der Antriebstechnik mit den entwickelten Modellen in Netzwerksimulationen effizient und mit hoher Vorhersagegenauigkeit durchgeführt werden. Gelingt dies im unteren Frequenzbereich sehr gut, so sind Vorhersagen im oberen Frequenzbereich nur durch Berücksichtigung induktiver und kapazitiver Kopplungen auf Systemebene zu verbessern, was sehr rechenaufwändig ist und eine automatisierte Verarbeitung des jeweiligen EMV-Entwurfs erfordert. Mit der Entwicklung einer Software für die schnelle automatisierte Verarbeitung der untersuchten Effekte können diese Erkenntnisse in Zukunft beim EMV-Filterentwurf in die Praxis umgesetzt werden.

Zusammenfassung

Modelle von EMV-Filterbauelementen, Zwischenkreisen, Anschlussleitungen und Asynchronmotoren für den Frequenzbereich von 10 bis 30 MHz sind so entwickelt worden, dass sie schnell und einfach zu parametrisieren sind. Damit erhält man am Netzwerksimulator in kurzer Zeit eine Entwicklungsumgebung für den Entwurf von EMV-Netzfiltern unter Einbeziehung der Hochfrequenzeigenschaften. Unter Berücksichtigung von Störquellen- und Störsenkencharakteristik können mit dieser Simulationsmethodik die erforderliche Filtertopologie und die Filterbauelemente gezielt und effizient ermittelt werden. Gegenüber dem aufwändigen Aufbau von Prototypen lässt sich eine große Anzahl von Filterlösungen testen. Dabei kann die Filterwirkung auch unter Verwendung beliebiger Bauelemente, die noch nicht verfügbar sind, vorhergesagt werden. Treten nach dem simulativen Filterentwurf noch Grenzwertüberschreitungen auf oder ist der erreichte Abstand zu den Grenzwertkurven unnötig hoch, so besitzt man in der Simulationsumgebung ein mächtiges Werkzeug, um gezielt den Parameter zu finden, der noch zu optimieren ist. Es liegt somit ein Werkzeug vor, das sowohl für den Anfänger, der sich in die EMV einarbeiten möchte, als auch für den erfahrenen EMV-Entwickler sehr hilfreich ist. ■

Dieser Beitrag als PDF und weiterführende Informationen (ähnliche Beiträge, technische Daten, Direktlinks zum Hersteller etc.) sind online verfügbar auf www.AuD24.net



Ersatzschaltbild zur Simulation der Filterwirkung

more @ click **ADK703064**