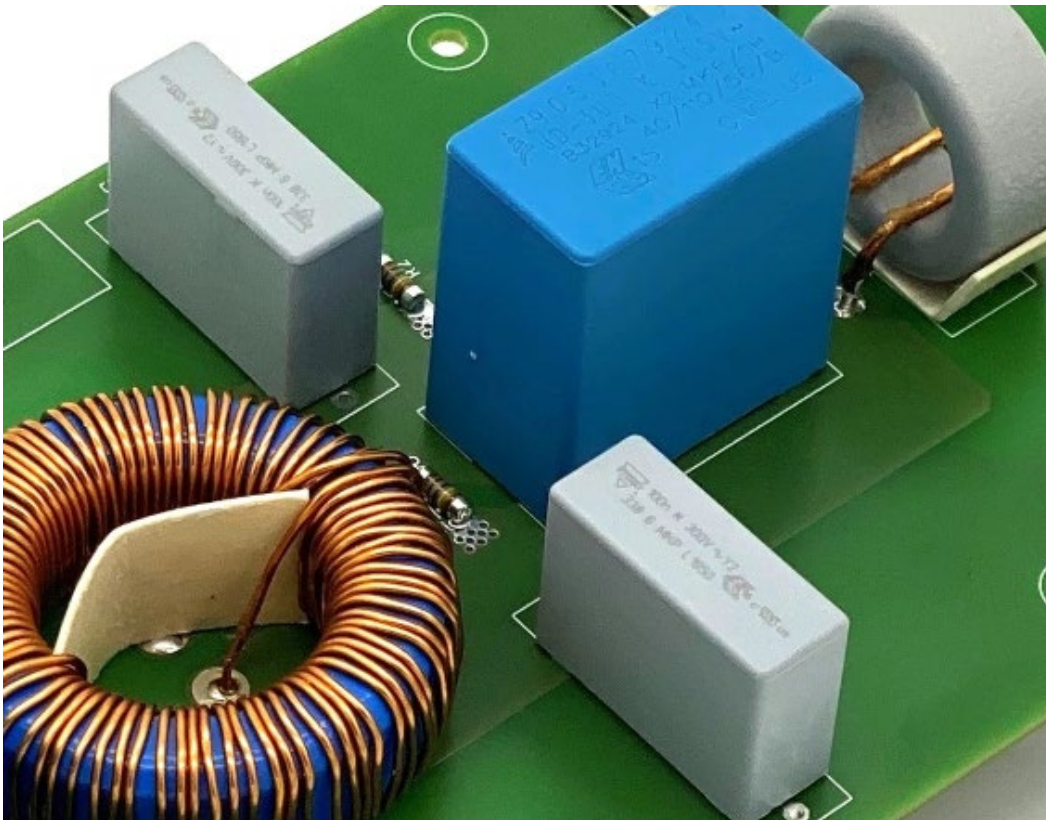


- Elektromagnetische Auswirkungen -

Elektromagnetische Auswirkungen schnellschaltender Wide-Bandgap-Halbleiter auf Antriebssysteme und ihre Vorausberechnung auf Basis von Geometriedaten

Das Forschungsprojekt befasst sich mit den elektromagnetischen Auswirkungen von schnell schaltenden Wide-Bandgap-Leistungshalbleitern auf elektrische Antriebssysteme. Die Schaltflanken von Leistungshalbleitern aus Siliziumcarbid (SiC) können um eine Größenordnung steiler sein als mit klassischen IGBTs aus Silizium. Für die Maschine bedeutet das die Gefahr von Überspannungen, Lagerströmen oder Isolationsversagen aufgrund der



Spannungssteilheit. Das Projekt umfasste die Ermittlung parasitärer Eigenschaften eines Siliziumkarbid (SiC)-Halbbrückenmoduls auf Basis von Geometriedaten, die hochfrequente Modellierung eines gesamten Antriebssystems incl. der elektrischen Maschine und der zugehörigen Motorkabel, sowie den Entwurf von Filtern zur Reduzierung der störenden Auswirkungen auf die Maschine und auf die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Betrachtet wurden u.a. ein motorseitiges du/dt -Filter,

ein Common-Mode (CM)-Filter und ein Sinus-CM-Filter. Zu Beginn des Projekts wurden ein SiC-MOSFET-Halbbrückenmodul verwendet, um die parasitären Eigenschaften zu untersuchen. Die parasitären Elemente, wie Induktivitäten und Kapazitäten, wurden mit der Software Q3D-FEM entsprechend der Geometrie und der Materialeigenschaften des Leistungsmoduls für eine Frequenz von 100 MHz extrahiert. Für die Modellierung der elektrischen Maschine wurden zwei Varianten vorgestellt: Die erste Variante bildet ein Modell, das für die EMV-Simulation verwendet werden kann und aus der Impedanzmessung der elektrischen Maschine mit anschließender Vektoranpassung erstellt wird. Es wurde gezeigt, dass die hochfrequenten Resonanzen im System durch das Modell nicht vollständig abgebildet werden können, es aber gute Ergebnisse bis zu einer Frequenz von ca. 28 MHz liefert. Der zweite Ansatz modelliert die physikalischen Phänomene im Stator der Maschine mittels numerischer Finite-Elemente-Berechnungen, was eine genaue Kenntnis des Wicklungsaufbaus der Maschine erfordert. Für den Anschluss der elektrischen Maschine an den Umrichter wurden verschiedene Topologien dreiphasiger Kabel mit einer 2D-FEM-Software modelliert und die hochfrequenten Ersatzschaltbildelemente extrahiert. Es wurde gezeigt, dass eine Erhöhung der Kabellänge auch mit einer Erhöhung der leitungsgebundenen Störungen verbunden ist. Um den Störpegel auf der Lastseite zu reduzieren, werden drei verschiedene dreiphasige Ausgangsfilter betrachtet und für den Einsatz in einem 10-kW-Antrieb modelliert. Ebenso wird gleichstromseitig ein einphasiger EMV-Filter zur Reduzierung der EMV-Störemissionen betrachtet. Zunächst wurden die parasitären Elemente der einzelnen Komponenten in den Filterstufen numerisch berechnet und mit Messungen verglichen, wobei eine gute Übereinstimmung erzielt wurde. Dabei müssen die gegenseitigen Kopplungen der Filterkomponenten berücksichtigt werden, da diese die Dämpfung des Filters im höheren Frequenzbereich maßgeblich beeinflussen können. Die Filterdämpfung im Bereich bis ca. 10 MHz - 20 MHz konnte mit der Kopplung der Komponenten gut vorausberechnet werden. Schließlich wurden EMV-Messungen in einem akkreditierten EMV-Labor durchgeführt. Dabei wurde die Schaltfrequenz von 10 kHz bis 140 kHz variiert. Die EMV-Messungen der leitungsgebundenen Störungen wurden mit einem Messempfänger in der EMV-Kammer aufgenommen. Die Messergebnisse wurden mit Simulationsergebnissen im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz verglichen. Der Vergleich zeigt, dass die Simulationsergebnisse mit den Messergebnissen im Frequenzbereich von 100 kHz bis ca. 17 MHz gut übereinstimmen.

Autoren: **Mohammad Ali**
Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover Institut für
Antriebssysteme und Leistungselektronik

Kontakt: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)
Alexander Rassmann
T 069- 66 03- 18 20

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 19236 N der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Hintergrundinformationen zur FVA

Die FVA ist das weltweit führende Innovationsnetzwerk der Antriebstechnik. Die knapp 170 laufenden Projekte der industriellen Gemeinschaftsforschung fördern die Innovationsfähigkeit der Industrie im Bereich der Antriebstechnik und ist an den wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen ein wichtiger Beitrag zur Ausbildung von Jungingenieuren in und für die Branche. Die 207 Mitgliedsfirmen sind produzierende Unternehmen aus der Antriebstechnikbranche. Zusammen mit den über 40 Forschungsinstituten bildet die FVA die Basis für das weltweit führende Netzwerk der Antriebstechnik. Die FVA versteht sich als eine wichtige Plattform der Kommunikation und des Wissenstransfers zwischen Wissenschaft und Industrie. Themenfelder sind die mechanische und die elektrische bzw. mechatronische Antriebstechnik, sowohl von stationären industriellen Anlagen als auch von Fahrzeugen, mobilen Maschinen und Luftfahrzeugen. Die Gemeinschaftsforschung hat zum Ziel, das technische Know-how der Unternehmen und die Qualität ihrer Produkte zu verbessern und die Produktionskosten zu senken. Informationsveranstaltungen, Seminare und Tagungen der Forschungsvereinigung bieten den Unternehmen die Möglichkeit, neueste Forschungsergebnisse anzuwenden und Mitarbeiter entsprechend aus- und weiterzubilden. **Weitere Informationen unter www.fva-net.de.**