

Themenvorschlag Electronics & Drives Abschlussarbeit

Entwicklung eines HV-GaN-Vollbrücken-Moduls mit hoher Leistungsdichte

Stand: Februar 2023

Schlagwörter: Layout, Vollbrücke, Gallium-Nitrid, parasitenoptimal, Ltspice, Altium

Zielgruppe: **Masterstudierende** des Studiengangs **Leistungs- und Mikroelektronik** und verwandte Studiengänge

1 Problemstellung

Aktuelle Entwicklungen in der Leistungselektronik fokussieren sich zunehmend auf den Einsatz neuer Halbleitermaterialien wie Siliciumcarbid (SiC) und Gallium-Nitrid (GaN). Diese Materialien bieten durch ihren erhöhten Bandabstand gegenüber dem etablierten Silizium höhere Schaltgeschwindigkeiten, geringere flächenspezifische Verluste und bessere Temperaturcharakteristika. Dadurch werden schnell taktende Leistungswandler für die Energiewende oder in der elektromobilen Antriebstechnik mit höherer Leistungsdichte und geringeren Verlusten als bisher denkbar.

Die erwünschten hohen Schaltgeschwindigkeiten der neuen GaN Halbleiterschalter stellen deren physisches Layout vor Herausforderungen. Die mit steilen Schaltflanken einhergehenden hohen dV/dt und dI/dt führen zu parasitenbedingten Überspannungen und Fehlströmen. Ein parasitenoptimiertes Layout wiederum bedingt zieht komplexe Überlegungen zu thermischen Verhalten und zur Stromtragfähigkeit nach sich. Zu deren Verständnis sind oft aufwändige 3D FEM Simulationen notwendig. Am Lehr- und Forschungszentrum Electronics & Drives konzentrierten sich die Arbeiten im Bereich Leistungselektronik zuletzt auf die Entwicklung und den Aufbau von HV-GaN-Halbbrücken mit optimiertem Layout.

In der vorliegenden Master-Thesis soll daher ein Leistungs-Vollbrücken-Modul mit hochspannungsfesten GaN-Leistungshalbleiterschaltern konzipiert, entwickelt und aufgebaut werden. Das Ziel ist ein Leistungsmodul mit höherer Leistungsdichte und messtechnisch verifizierten Betriebsgrenzen im bisherigen Modulformat für den Einsatz in höheren Leistungsklassen für Forschungsprojekte und zukünftige Projektpraktika. Die bewährten Konzepte und Erfahrungen der bisherigen Leistungsmodule werden als Grundlage für die vorliegende Entwicklung vorausgesetzt. Die Arbeit wird am Lehr- und Forschungszentrum Electronics & Drives in Rommelsbach durchgeführt. Die Bearbeitungszeit beträgt 6 Monate.

Geplanter Betreuer und Ansprechpartner bei Interesse oder Fragen:
Philipp Czerwenka, philipp.czerwenka@reutlingen-university.de, R1-003
Prof. Dr.-Ing. Ertugrul Sönmez, ertugurl.soenmez@reutlingen-university.de, 4-213
Prof. Dr.-Ing. Gernot Schullerus, gernot.schullerus@reutlingen-university.de, 4-112

2 Mögliche Aufgaben

- Literaturrecherche zu hochspannungsfesten Gallium-Nitrid-Leistungsschaltelementen sowie zum Design und Layout effizienter Vollbrücken
- Erstellung einer Systemarchitektur für ein Vollbrücken-Leistungsmodul mit GaN-Schaltern
- Auswahl von Schlüsselkomponenten und technisches Review des Schaltungskonzeptes mit dem fachlichen Betreuer
- Design, Auslegung und Aufbau des Vollbrückenmoduls in Altium Designer
- Einarbeitung und Extraktion der Layout-Parasiten mit Ansys Q3D
- Analytische Abschätzung und Schaltungs-Simulation der erwarteten Leistung mit LTspice
- Messtechnische Analyse der Stromtragfähigkeit, der thermischen Leistung und den Schaltverlusten in den Laboren des E&D
- Dokumentation der Literaturrecherche, theoretischer und praktischer Analysen in Form einer Master-Thesis