

Themenvorschlag Electronics & Drives Abschlussarbeit

Entwicklung einer galvanisch isolierten Gatetreiber-Spannungsversorgung für Hochspannungs-GaN-Halbbrücken

Stand: September 2022

Schlagwörter: Entwicklung, DC/DC-Wandler, Gatetreiber, Layout, PCB, GaN, Halbbrücke, galvanisch getrennt, LTSpice, Altium

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

1 Problemstellung

In der Leistungselektronik gilt die Halbbrücke als Standard-Systembaustein für alle Arten der Spannungswandlung vom DC/DC-Wandler bis zum Motor-Inverter. Für Halbbrücken mit Hochspannungs-Galliumnitrid Leistungsschalt-elementen ist die Ansteuerung des empfindlichen Gates ein wichtiger Designaspekt, da dies die Performance des Systems maßgeblich mit beeinflusst. Die für den High-Side und Low-Side Schalter verwendeten Gate-Treiber beziehen ihr Gleichtaktpotenzial jeweils auf den Source-Anschluss des angesteuerten GaN-Transistors. Da das Source-Potenzial des High-Side-Schalters im Betrieb der Halbbrücke über die gesamte geschaltete Spannung springt, ist eine galvanisch isolierte Ansteuerung und Versorgung der Gatetreiber in einem "Inselkonzept" erforderlich.

Die Anforderungen an die Gatetreiberversorgung für GaN-Halbbrücken sind vielfältig. Die steilen Schaltflanken der GaN-Schalter erfordern eine hohe dV/dt -Immunität. Zusätzlich setzen die am E&D verwendeten Halbbrücken in Modulbauweise enge räumliche Anforderungen. Da die meisten GaN-Gatetreiber keinen integrierte Spannungsregelung besitzen, liegt das Potenzial der Treiberversorgung direkt an den empfindliche Gates der GaN-Schalter an. Dies erfordert eine präzise Spannungsregelung der Versorgung. Für manche Anwendungen kann es vorteilhaft sein auch eine negative Versorgungsspannung bis $-3V$ bereitzustellen. Kommerzielle Lösungen wie DC/DC-Wandlermodule sind in diesem Zusammenhang relativ teuer und oftmals unflexibel.

In der vorliegenden Master-Thesis soll daher die Entwicklung eines isolierten Versorgungskonzeptes für die Gatetreiber eines Hochspannungs-GaN-Halbbrückenmoduls durchgeführt werden. Ziel ist ein einheitliches, flexibles und kosteneffektives Design zur Verwendung in zukünftigen Halbbrückenmodulen am E&D. Verschiedene Konzepte sollen ausgearbeitet sowie analytisch und simulativ untersucht werden. In einem Review-Prozess mit dem Betreuer wird die finale Systemarchitektur festgelegt. Diese soll anschließend mittels eines oder mehrerer beispielhafter GaN-Halbbrückenmodule ausgelegt, aufgebaut und messtechnisch verifiziert werden. Die Arbeit wird am Lehr- und Forschungszentrum Electronics & Drives in Rommelsbach durchgeführt. Die Bearbeitungszeit beträgt 6 Monate (Für Bachelorarbeiten kann der zeitliche und inhaltliche Rahmen entsprechend angepasst werden).

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

2 Mögliche Aufgaben

- Literaturrecherche und ggf. Einarbeitung zu isolierten DC/DC-Wandertopologien speziell für gepulste Lasten
- Ausarbeitung mehrerer möglicher Systemkonzepte für Gatetreiberversorgungen von Halbbrückenmodulen
- Analytische und simulative Untersuchung der Systemkonzepte für Gatetreiberversorgungen gemäß Anforderungen
- Festlegung einer Systemarchitektur in Absprache mit dem Betreuer (ggf. Dokumentation als E&D Standard)
- Auslegung der ausgewählten Realisierung der Gatetreiberversorgung mit Bauteilauswahl
- Design, Auslegung und Aufbau eines oder mehrerer beispielhafter GaN-Halbbrückenmodulen mit der ausgelegten Gatetreiberversorgung in Altium Designer
- Messtechnische Charakterisierung und Verifikation der Umsetzung im Labor
- Dokumentation der Literaturrecherche, theoretischer Analysen und Messergebnisse in Form einer Master-Thesis