

# Themenvorschlag Electronics & Drives Abschlussarbeit

## Aktive Bedämpfung eines LC-Filters für Hochspannungs-GaN-Halbbrücken

Stand: Juli 2023

---

Schlagwörter: Aktive Dämpfung, GaN, Hochspannung, Filter, Frequenzverhalten, SystemVision, Altium

---

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

---

## 1 Problemstellung

Wide-Bandgap-Halbleitermaterialien wie Gallium-Nitrid (GaN) ermöglichen durch die Konstruktion neuer Leistungsschalter, wie dem High Electron Mobility Transistor (HEMT), ein schnelleres Schaltverhalten und geringere Schaltverluste. Die dabei entstehenden höheren  $dV/dt$ 's können für einige Anwendungen ein Problem darstellen, beispielsweise im Hinblick auf die Isolation von Motorwicklungen. Um die Vorteile von GaN in diesen Anwendungen nutzbar machen zu können, wird ein Leistungsfilter zwischen schaltender Endstufe und zu schützender Last benötigt. Speziell für elektrische Maschinen stellen Ausgangsfilter eine große Herausforderung dar. Die elektrische Maschine ist eine dynamische Last, die den Arbeitspunkt und das Frequenzverhalten eines vorgeschalteten Filters im Betrieb fortwährend verändert. Dies schließt eine rein passive Dämpfung der  $dV/dt$ 's durch Filter aus.

Am Electronics & Drives wurde daher ein Verfahren entwickelt und erfolgreich veröffentlicht, welches einen passiven Filter durch eine Regelschleife aktiv bedämpft, sodass eine Anwendungen als Motorvorfilter möglich wird (siehe *Ulmer et. al: Active Filter Damping for a GaN-Based Three Phase Power Stage with Continuous Output Voltage, 23rd European Conference on Power Electronics and Applications, Ghent, Belgium, 2021, pp. P.1-P.9*). Das Verfahren basiert auf der Messung des Filterstromes und dessen Rückführung auf den Eingang des verwendeten Modulators. Bisher wurde die Funktion des Verfahrens für Niederspannungen bis 50 V nachgewiesen.

In der vorliegenden Master-Thesis soll das Verfahren nun auf eine Hochspannungs-GaN-Halbbrücke übertragen werden. Das Ziel ist die Auslegung und der Aufbau einer Regelschleife und der dafür benötigten Hardware (Filter, Strommessung, etc.), um mit bestehenden HV-GaN-Modulen eine Lastmaschine mit Filter und damit kontinuierlicher Ausgangsspannung betreiben zu können. Der Zielleistungsbereich beträgt 1 kW. Als Zielvorlage dient das veröffentlichte Paper (s.o.). Ein weiteres Ergebnis der Arbeit soll eine Aussage über die Grenzen dieses Verfahrens in Bezug auf das Zusammenspiel der Frequenzverhalten von Regelung, Filter und Modulator sein. 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](mailto:philipp.czerwenka@reutlingen-university.de), R1-003  
Prof. Dr.-Ing. Gernot Schullerus, [gernot.schullerus@reutlingen-university.de](mailto:gernot.schullerus@reutlingen-university.de), 4-112

---

## 2 Mögliche Aufgaben

- Literaturrecherche zu aktiver Filterbedämpfung, insbesondere *Ulmer et. al: Active Filter Damping for a GaN-Based Three Phase Power Stage with Continuous Output Voltage*
- Analytische und abstrahiert simulative Auslegung der Regelschleife im Systemkontext mit SystemVision
- Untersuchung der gegenseitigen Beeinflussung der Frequenzverhalten von Regelung, Filter und Modulator mit Aussage über die Grenzen des Verfahrens
- Hardwarenahe simulative Verifikation der Auslegung der Regelschleife mit SystemVision oder LTspice
- Design, Auslegung und Aufbau benötigter Hardwarekomponenten in Altium Designer sowie ggf. Emulation regelungstechnischer Komponenten in Hardware
- Planung und Aufbau eines Messplatzes zur messtechnischen Analyse und Verifikation der Regelung im Labor
- Dokumentation der Literaturrecherche, theoretischer und praktischer Analysen in Form einer Master-Thesis