

# Neues Konzept für einen 3-Phasen-Wechselrichter

Fachgebiet: Mechatronik

Betreuer: Dr. Andrea Vezzini

Experte: Max Hiltbrunner (APS electronic AG)

Industriepartner: APS electronic AG, Niederbuchsiten

Die Firma APS electronic AG stellt Bordnetzumrichter für Bahnanwendungen her. Hauptmerkmal der Umrichter ist die Kühlung durch natürliche Konvektion, was besondere Ansprüche an den Wirkungsgrad bedeutet. Im Rahmen der Bachelor-Thesis wurde ein Funktionsmuster eines 3-Phasen-Wechselrichters mit magnetisch gekoppelten Halbbrücken erstellt. Der Wechselrichter wird mit Model Predictive Control geregelt.

## Motivation

Die Anforderungen an die Bordnetzumrichter steigen stetig. Während es vor zwanzig Jahren reichte eine Batterie zu laden, welche die Steuerung und die Beleuchtung der Züge mit Energie versorgte, sind die Anforderungen heutzutage erheblich gestiegen. Heute sind moderne Bordnetze neben den bekannten Anforderungen in der Lage Klimageräte, Bremsstromerregungen bis zur Steckdose für die Passagiere zu speisen.

Neu sind auch die Anforderung bezüglich Wartbarkeit, Geräuschemissionen, Wirkungsgrad und Leistungsgewicht der Umrichter gestiegen. An die Geräuschemission werden erhöhte Anforderungen gestellt, da der Fahrgast direkt betroffen ist. Siliziumkarbid-Halbleiter sind seit einigen Jahren auf dem Markt erhältlich. Die kleinen Schaltverluste der SiC-Transistoren ermöglichen höhere Schaltfrequenzen, welche ausserhalb des Hörbereichs liegen. Grosse Ausgangsleistungen können zurzeit mit SiC-Schaltern nicht erreicht

werden, da die Strombelastbarkeit zu klein ist. In der vorhergegangenen Projektstudie wurde deshalb eine Parallelschaltung von Halbbrücken mittels Koppeltransformatoren untersucht. Die Transformatoren ermöglichen einen Multilevel-Ausgang, wodurch das Sinusfilter kleiner ausgelegt werden kann.

## Umsetzung

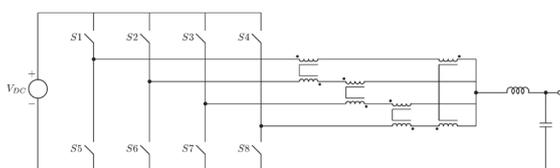
Ziel der Bachelor-Thesis war die Umsetzung der Konzepte in einem Funktionsmuster. Während der Thesis wurde eine Kopplung von vier Halbbrücken realisiert. Die Leistungsschalter wurden mit einer Kaskodenschaltung eines selbstleitenden Sperrschichttransistor (SiC) und einem selbstsperrenden MOSFET umgesetzt.

## Ergebnis

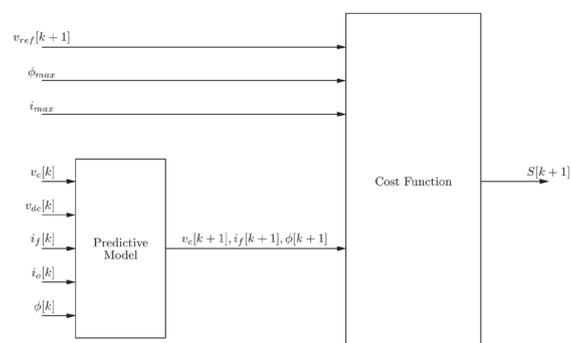
Das Konzept der magnetischen Kopplung der Halbbrücken konnte mit dem Funktionsmuster überprüft werden. Der MPC wurde in C implementiert und mit einer Simulation in PLECS verifiziert.



André Meier



Schaltplan: Magnetische Kopplung der Halbbrücken



Blockschaltbild: Model Predictive Control