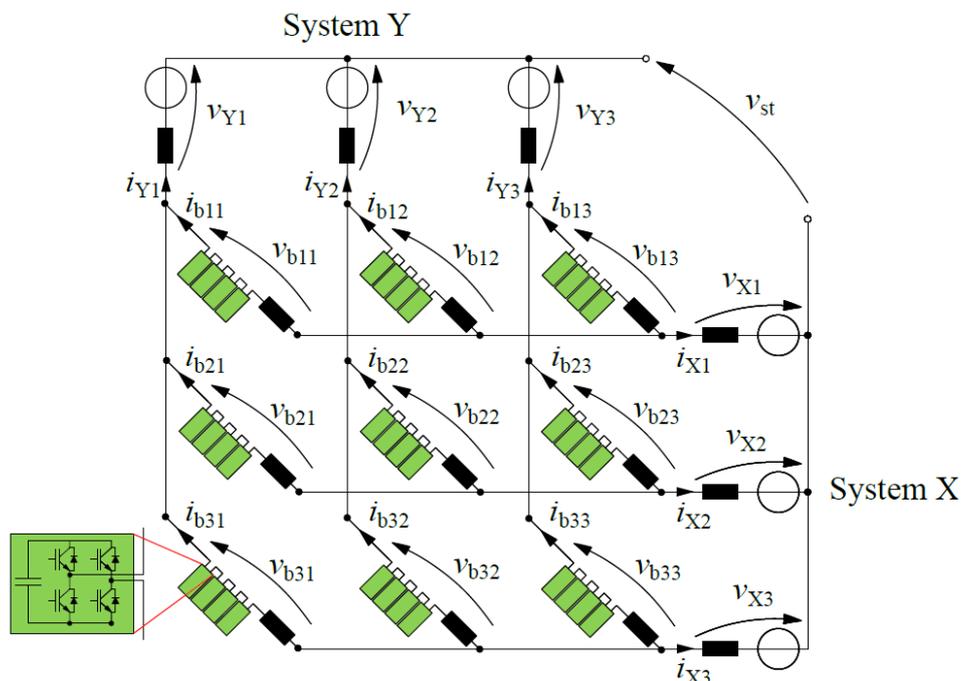


## Untersuchung der Regelung eines Modulare Multilevel-Matrixumrichters bei gleichzeitiger Verwendung von Regelungsfreiheitsgraden

### Motivation

Die Modulare Multilevel-Matrixumrichter (M3C) aus Abbildung 1 werden für die Anbindung zweier Drehstromsysteme verwendet. Dabei kann im Gegensatz zu den konventionellen Modulare Multilevel-Umrichter auf den Gleichspannungszwischenkreis verzichtet werden. Aufgrund des modularen Aufbaus der Umrichterzweige können hohe Spannungsniveaus realisiert werden. Dabei können auch konventionelle Leistungshalbleiter der Niederspannungsklasse verwendet werden. Abhängig von der Modulanzahl kann eine hohe Anzahl an Spannungsstufen realisiert werden, welche zu überschwingungsarmen Ausgangsspannungen führen, wodurch der Ausgangsfilter des M3C sehr klein ausfallen kann. Aufgrund der genannten Vorteile eignet sich der M3C für eine Hochspannungs-Wechselstromübertragung bei niedriger Frequenz oder aber auch für Mittelspannungsantriebe, z.B. für große Kompressoren und Lüfter oder Walzwerk-Antriebe.



**Abbildung 1:** Topologie des Modulare Multilevel-Matrixumrichters

Die Regelung dieser Umrichter wird aus einer kaskadierten Regelungsstruktur aufgebaut. Der äußere Regelkreis stellt die Energieregulation dar, welche die Energien der Modulkondensatoren zwischen den Zweigen regelt. Im inneren Regelkreis werden die Ströme des M3C geregelt.

Für die Energieregulation dieser Umrichter werden Größen verwendet, mit deren Hilfe Energien zwischen den Zweigen übertragen werden können, die aber nicht die Ausgangsgrößen stören (sog. Frei-

heitsgrade). Zu den Freiheitsgraden zählen zum einen die Kreisströme, welche zwischen den Umrichterzweigen zirkulieren, und zum anderen die Gleichtaktspannung, in Abbildung 1 als  $v_{st}$  gekennzeichnet. Die Gleichtaktspannung fällt zwischen den Sternpunkten der beiden Systeme ab. Bisher werden entweder nur die Kreisströme oder nur die Gleichtaktspannung als Freiheitsgrade verwendet, da ansonsten eine Verkopplung der Regelungsfreiheitsgrade und dadurch ein nichtlineares Gleichungssystem resultiert. Um die Verluste des Umrichters zu reduzieren, sollen im Rahmen der Masterarbeit Methoden erarbeitet werden, wie dennoch beide Regelungsfreiheitsgrade gleichzeitig verwendet werden können, wie in [1] für eine andere Umrichter-Topologie.

### Beschreibung der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Regelung des Modulare Multilevel-Matrixumrichter dahingehend zu erweitern, sodass sowohl die Kreisströme als auch die Gleichtaktspannung gleichzeitig als Freiheitsgrade für die Energieregulation verwendet werden können. Zusätzlich soll untersucht werden, wie die Freiheitsgrade in der Regelung gewichtet werden müssen, damit sich das Optimum bezüglich der Verluste und Dimensionierung der Modulkondensatoren einstellt.

Die Arbeit gliedert sich in die folgenden Arbeitspunkte:

1. Umfassende Literaturrecherche zum Stand der Forschung zur Regelung des M3C
2. Erweiterung der Energieregulation zur gleichzeitigen Verwendung von Kreisströmen und der Gleichtaktspannung
3. Implementierung der erweiterten Regelungen aus 2. bei einem bestehenden M3C-Modell (Simulink/ Plecs)
4. Vergleich der Verluste und Dimensionierungsanforderungen für die Modulkondensatoren der M3C bei verschiedenen Arbeitspunkten der erweiterten Regelungsstruktur aus 2.
  - o bei unterschiedlicher Gewichtung der Freiheitsgrade
  - o zu bisherigen Regelungsansätzen, bei denen entweder nur Kreisströme oder nur Gleichtaktspannung verwendet werden

Optional:

5. Implementierung und Verifizierung der Regelung auf einem vorhandenen Prüfstand
6. Optimierung der nichtlinearen Gleichungssysteme der Regelung hinsichtlich der Prozessorlaufzeit des Prüfstands

### Forschungsschwerpunkt: Regelung von Modulare Multilevel-Umrichtern

	viel  wenig						viel  wenig				
Leistungselektronik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hardware	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bauelemente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Simulation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektrische Antriebe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regelungstechnik	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Energienetze	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Programmierung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[1] R. Dierks, J. Kucka and A. Mertens, "Using Both the Circulating Currents and the Common-Mode Voltage for the Branch Energy Control of Modular Multilevel Converters," 2020 22nd European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'20 ECCE Europe), 2022