

Untersuchung des „Low-Frequency Mode“ für Modulare Multilevel Umrichter

Motivation

Der modulare Multilevel-Umrichter ist als Topologie für HVDC-Anwendungen seit einigen Jahren im Einsatz, Bild 1. Der große Vorteil dieser Topologie ist der Aufbau aus mehreren gleichgebauten Modulen. Aufgrund dieser Modularität können höhere Spannungen einfach erreicht werden, indem die einzelnen Module (Bild 2) in Reihe geschaltet werden. Die Ausgänge der Module können unabhängig voneinander angesteuert werden, was eine mehrstufige Form der Umrichter-Ausgangsspannung ermöglicht (Bild 3), was wiederum zu einer sehr kleinen Stromverzerrung führt.

Ein großer Nachteil dieser Topologie ist die sehr große Menge an installierter Kapazität in den Modulen. Da der Modulkondensator nicht von außen gespeist wird, muss in der Regelung sichergestellt werden, dass der Mittelwert der Kondensatorleistung null ist. Dazu müssen diese Kondensatoren eine betriebsbedingte Energieschwankung puffern, die aus der Überlagerung von Strom- und Spannungsfrequenzkomponenten von Eingangs- und Ausgangsseite verursacht wird.

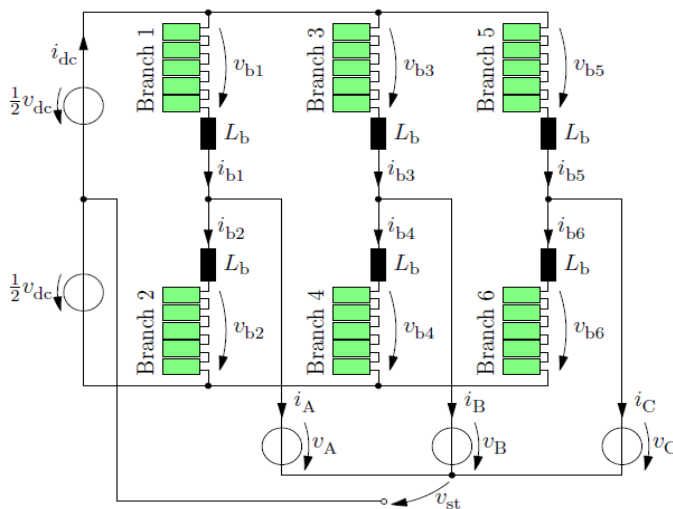


Bild 1: Modularer Multilevel-Umrichter

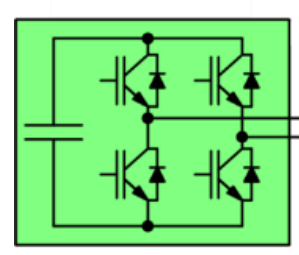


Bild 2: Vollbrückenmodul

Die Frequenzen der Leistungsterme, die diese Energieschwankung beschreiben, sind mit der Ausgangsfrequenz des Umrichters verknüpft. Da sich die Energiekomponenten aus dem Integral der Leistungskomponenten ergeben, führt eine niedrige Ausgangsfrequenz zu besonders großen Energieschwankungen. Das verhindert Anwendungen, in denen eine niedrige Frequenz erforderlich ist (z.B. drehzahlvariable Antriebe).

Um diese niederfrequente Leistungsterme zu kompensieren und damit die niedrigen Ausgangsfrequenzen zu ermöglichen, wurde der sogenannte „Low-Frequency Mode“ von Korn et. al [1] entwickelt.

Beschreibung der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung des „Low-Frequency Mode“. Dabei soll analytisch bestimmt werden, welchen Einfluss konkrete Strom- und Spannungskomponenten auf die Dimensionierung haben und wie ein Umrichter mit diesem „Low-Frequency Mode“ ausgelegt werden muss (Spannungsverhältnisse).

Folgende Schritte sind erforderlich:

- Literaturrecherche zum Stand der Forschung von modularen Multilevel-Umrichter und „Low-Frequency Mode“
- Analytische Beschreibung des Modes und dessen Analyse im Frequenzbereich
- Aufbau eines vereinfachten Berechnungsmodells für die Untersuchung der Dimensionierung bei einer Variation der Design-Parameter
- Aufbau eines Simulationsmodells um die analytischen Ergebnisse zu verifizieren

Optional:

- Implementierung und Verifizierung des „Low-Frequency Mode“ auf einem vorhandenen Prüfstand.

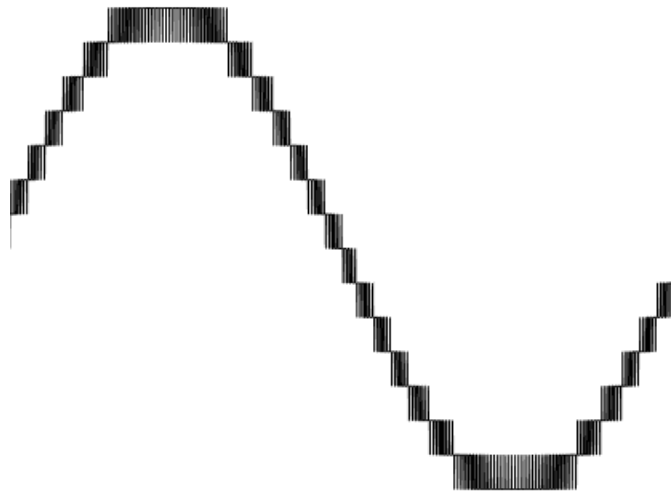


Bild 3: Ausgangsspannung eines modularen Multilevel-Umrichters

[1] A. J. Korn, M. Winkelkemper and P. Steimer, "Low output frequency operation of the Modular Multi-Level Converter," *2010 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition*, Atlanta, GA, 2010, pp. 3993-3997.