

Forschungsberichte Leistungselektronik und Steuerungen

Band 7

Daniel Schmitt

**Modular Multilevel Converter M2C
für Multiterminal HVDC**

Shaker Verlag
Aachen 2012

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

Zugl.: München, Univ. der Bundeswehr, Diss., 2012

Copyright Shaker Verlag 2012

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publishers.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-1499-0

ISSN 1867-5700

Shaker Verlag GmbH • P.O. BOX 101818 • D-52018 Aachen

Phone: 0049/2407/9596-0 • Telefax: 0049/2407/9596-9

Internet: www.shaker.de • e-mail: info@shaker.de

In der vorliegenden Dissertation wird ein neuartiges Konzept eines Hochspannungsumrichters für HVDC-Anlagen (VSC-Technologie) in Verbindung mit einer neuentwickelten Sicherheitskomponente für zukünftige Multiterminal HVDC Anwendungen untersucht.

Der neue Hochspannungsumrichter auf Basis des Modular Multilevel Converters M2C weist verbesserte Eigenschaften in der Energieübertragung, Spannungs- und Frequenzwandlung als auch in der Blindleistungskompensation gegenüber bekannten Topologien auf. Das neue Konzept kann durch seine Modularität in weiten Bereichen skaliert werden und deckt somit sowohl in der Antriebstechnik, als auch in der Energieübertragung, ein breites Spektrum an Anwendungsgebieten ab.

Zunächst werden verschiedenartige modulare Umrichtertopologien mit ihren wesentlichen Eigenschaften vorgestellt und ihre Eignung für die Energieübertragung untersucht. Zu den wichtigsten Umrichtertypen zählen 2-Punkt bzw. 3-Punkt Umrichter mit seriengeschalteten Leistungshalbleitern. Der Neutral-Point-Clamped, Capacitor-Clamped, sowie der Series Cascaded H-Bridge Converter sind weitere Vertreter der verstärkt eingesetzten Spannungswechselrichter. Der Stand in der heutigen HGÜ-Technik wird ebenfalls erörtert: Hier wird die alte 2-Punkt bzw. 3-Punkt Thyristortopologie, aber auch die beiden neuen Topologien, wie HVDC-Light und HVDC PLUS (M2C Topologie), auf ihre Vor- und Nachteile untersucht und abschließend Anforderungen für zukünftige Energienetze aufgezeigt.

Darauf folgt eine ausführliche Darstellung und Beschreibung des neuartigen Modular Multilevel Converter M2C. Dabei wird zunächst die Umrichtertopologie grundlegend beschrieben und danach werden die wichtigsten Submodultypen für verschiedene Anwendungen dargestellt. Das Steuerungs- und Regelkonzept wird ebenfalls kurz aufgezeigt. Die Konzeption der neuartigen Doppelsubmodul-Elektronik bildet ebenfalls ein eigenes Kapitel. Im Vorfeld werden die Anforderungen an die Elektronik erläutert, wobei die drei Bereiche autarke DSM-Versorgung, Treiberschaltung der IGBT und die LWL-Kommunikationsschnittstelle grundlegend beschrieben werden. Im anschließenden Kapitel werden alle Messergebnisse dokumentiert, die an der Doppelsubmodul-Elektronik bzw. an der Prototypanlage Modular Multilevel Converter M2C des Instituts für Leistungselektronik und Steuerungen der Universität der Bundeswehr München durchgeführt wurden.

Nachdem die Grundlagen der neuen Umrichtertopologie umfangreich dargestellt wurden, werden die speziellen Anforderungen und die Notwendigkeit neuartiger HVDC-Netzwerke erörtert, sowie der Stand der Technik für HVDC-Schalter wiedergegeben, um daraufhin einen neuentwickelten DC-Breaker vorzustellen. Der Aufbau und die Funktionsweise werden ausführlich beschrieben und durch Simulationsergebnisse belegt. Eine analytische Betrachtung stellt nochmals explizit die einzelnen Funktionsabschnitte des DC-Breakers dar und ermöglicht eine Präzisierung der wichtigsten Auslegungsparameter.

Im Anhang befindet sich ein umfangreicher Überblick über den hardwaretechnischen Aufbau der Laboranlage M2C und seiner Betriebsmittel. Weiterhin werden eine Dimensionierung und eine hardwaretechnische Realisierung der wichtigsten Schaltungsteile bzw. Komponenten der DSM-Versorgung durchgeführt bzw. illustriert. Ein weiteres Unterkapitel bildet das Betriebsverhalten zur LWL-Kommunikationsschnittstelle, in dem verschiedene Beispiele zur Fehlererkennung bzw. zur Barker-Code Erkennung aufgeführt sind. Zusätzlich zu den schon zuvor gezeigten Messungen an der Laboranlage M2C werden weitere Referenzmessungen aufgeführt, um einen Vergleich zwischen verschiedenen Betriebsbereichen bzw. -frequenzen zu ermöglichen.

Zum Abschluss werden die vorgestellten technischen Neuerungen in Verbindung mit dem DESERTEC Gedanken diskutiert.