Mike Dommaschk (Autor)

Modularer Multilevelstromrichter für Anwendungen in der Hochspannungsgleichstromübertragung

https://cuvillier.de/de/shop/publications/6486

Copyright:
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: https://cuvillier.de

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis 12
Formelzeichen 18
1 Einleitung 25
2 Grundlegender Aufbau und Funktionen 27
2.1 Funktionen und Arten von Stromrichtern 27
2.1.1 Grundfunktionen von Stromrichtern 27
2.1.2 Arten von Stromrichtern 28
2.1.3 Einteilung von Stromrichtern 29
2.1.3.1 Art der Kommutierung 29
2.1.3.2 Art des Zwischenkreises 29
2.2 Transformatoren 31
2.2.1 Einsatz von Transformatoren bei Stromrichtern 31
2.2.2 Einphasiges Ersatzschaltbild 32
2.3 Modularer Multilevelstromrichter 33
2.3.1 Ströme und Spannungen am Stromrichter 33
2.3.2 Einphasiges Ersatzschaltbild 34
2.4 Prinzipieller Aufbau 35
2.4.1 Stromrichtersatz 35
2.4.2 Stromrichtermodul 36
2.4.3 Submodul 37
2.4.4 Definitionen und Begriffe 38
2.5 Schutz 40
2.5.1 Analyse der Kommutierungs- und Abschaltvorgänge 41
2.5.1.1 Halbbrücke 41
2.5.1.2 Vollbrücke 42
2.5.2 Schutz vor Überspannungen 43
2.5.2.1 Analyse der auftretenden Überspannungen 43
2.5.2.2 Begrenzung der Überspannung durch Ableiter 45
2.5.2.3 Schutz der Submodule vor unzulässig hohen Überspannungen 45

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

2.5.3 Schutz vor unzulässigen Strombeanspruchungen ... 47

2.6 Konzepte und Anwendungsgebiete ... 47

2.6.1 Modularer Multilevelstromrichter ... 47
2.6.2 Bremssteller ... 48
2.6.3 Statischer Blindleistungskompensator / Aktives AC-Filter ... 49
2.6.4 Direktumrichter ... 51

3 Analyse und Modellbildung ... 53

3.1 Netzwerkanalyse ... 53

3.1.1 Entwicklung des Netzwerkgraphen ... 53

3.1.1.1 Ersatzschaltbild ... 54
3.1.1.2 Erstellung des Netzwerkgraphen ... 54

3.1.2 Zweigstromanalyse ... 55

3.1.2.1 Inzidenzmatrix der Knoten und Zweige ... 55
3.1.2.2 Masche-Zweig-Inzidenzmatrix ... 56
3.1.2.3 Impedanzmatrix ... 57

3.1.3 Entkopplung der stromrichterseitigen Größen ... 58

3.1.3.1 Verhalten im Frequenzbereich ... 58
3.1.3.2 Aufteilung der Zweigspannungen und -ströme ... 59
3.1.3.3 Transformation der stromrichterseitigen Größen ... 60
3.1.3.4 Entkopplung der Systeme ... 65

3.2 Berechnung im stationären Betrieb ... 67

3.2.1 Prinzipielle Funktionsweise ... 67

3.2.1.1 Ein- und Ausgangsgrößen im stationären Betrieb ... 68
3.2.1.2 Gleichstromseite (Eingangsseite) ... 69
3.2.1.3 Drehstromseite (Ausgangsseite) ... 71
3.2.1.4 Stromrichterseite ... 75
3.2.1.5 Energie ... 81
3.2.1.6 Energiehub ... 83

3.2.2 Modulation und Aussteuerung ... 88

3.2.2.1 Modulationsfunktion, Modulationsgrad ... 89
3.2.2.2 Schaltzustand, Schaltfunktion ... 91

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

4 Auslegung 97

4.1 Auswahl der Leistungshalbleiter 97
4.2 Schalt- und Durchlassverluste 99

4.2.1 Aufteilung der Verlustleistung 99
4.2.2 Zustandsbeschreibung des elektrischen Netzwerkes 100
4.2.3 Berechnung der Schalt- und Durchlassverluste 101

4.2.3.1 Berechnung der zustandsabhängigen Schalt- und Durchlassverluste 101
4.2.3.2 Berechnung der mittleren Durchlassverluste 105
4.2.3.3 Berechnung der mittleren Schaltverluste 106

4.3 Transiente thermische Belastung 119

4.3.1 Thermische Modelle 119
4.3.2 Simulation im Zeitbereich 121
4.3.3 Berechnung im Frequenzbereich 122
4.3.4 Simulations- und Berechnungsergebnisse 124

4.4 Submodulkapazität und Reihenschaltzahl 127

4.4.1 Energiespeicherbedarf 128
4.4.2 Dimensionierung der Submodulkapazität 132

4.5 Netzrückwirkungen 136

4.5.1 Schalt- und Kommutierungsvorgänge 137
4.5.2 Nichtlinearitäten 138
4.5.3 Faltungsprodukte 139
4.5.4 Spannungsverzerrung 141
4.5.5 Verifikation 149

Zusammenfassung und Ausblick 157
Literaturverzeichnis 159
Normen 163
Publikationen 164
Patente 165
Anhang 169

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.