
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



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



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	Netzurückwirkungen.....	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