

Inhalt

1 Aufbau, Funktion und Klassifikation von Stromrichtern	1
1.1 Einleitung	1
1.2 Prinzipieller Aufbau und Klassifikation von Stromrichtern	2
1.3 Prinzipieller Aufbau und Klassifikation von Frequenzumrichtern	4
Literatur	7
2 Zweistufige Stromrichter mit eingeprägter Gleichspannung	9
2.1 Einführung	9
2.2 Grundlagen	11
2.2.1 Ideale Schalter	11
2.2.2 Arbeitsbereich von U-Stromrichtern	12
2.2.3 Schaltzustände einer Halbbrücke	14
2.2.4 Kommutierungen in einer Halbbrücke	18
2.2.5 Trägerbasierte Pulsweitenmodulation einer Halbbrücke	19
2.2.5.1 Trägerbasierte Pulsweitenmodulation bei konstanter Referenzspannung	19
2.2.5.2 Trägerbasierte Pulsweitenmodulation bei linear zeitlich veränderlicher Referenzspannung	23
2.2.5.3 Trägerbasierte Pulsweitenmodulation bei sinusförmiger Referenzspannung im linearen Bereich	28
2.2.5.4 Synchrone und asynchrone Pulsweitenmodulation	32
2.2.5.5 Übermodulation und Blocktaktung	32
2.2.5.6 Qualitätskriterien	35
2.3 Halb- und Vollbrückenschaltung	38
2.3.1 Halbbrückenschaltung	39
2.3.2 Vollbrückenschaltung	42
2.3.2.1 Schaltzustände und Strompfade	42
2.3.2.2 Trägerbasierte Pulsweitenmodulation	43
2.3.2.3 Wirkung von Grund- und Oberschwingungsspannungen auf einen angeschlossenen Zweipol	54

2.3.2.4	Analyse des gleichspannungsseitigen Stroms	62
2.3.3	Einfluss der Totzeit auf die Spannungsform	68
2.4	Dreiphasige Schaltungen	71
2.4.1	Einleitung	71
2.4.2	Spannungen und Ströme im Dreiphasensystem	72
2.4.3	Schaltzustände	77
2.4.4	Trägerbasierte Pulsweitenmodulation	78
2.4.4.1	Modulation mit sinusförmiger Referenzspannung	81
2.4.4.2	Modulation mit sinusförmiger Referenzspannung und überlagerter dritter Harmonischer	87
2.4.5	Wirkung von Grund- und Oberschwingungsspannungen auf einen angeschlossenen Vierpol	93
2.4.6	Analyse des gleichspannungsseitigen Stroms	98
2.4.7	Bremschopper	100
Literatur	104	
3	Modulation zweistufiger Stromrichter	105
3.1	Einführung	105
3.1.1	Was ist Modulation?	105
3.1.2	Aufgaben und Freiheitsgrade	106
3.2	Trägerbasierte Modulation	108
3.2.1	Modulation einer Phase: Grundlagen	108
3.2.2	Trägersignale	110
3.2.3	Abtastverfahren	112
3.2.4	Erweiterung auf dreiphasige Modulation	115
3.2.5	Optimierung durch dritte Harmonische	121
3.2.6	Synchrone und asynchrone Modulation	126
3.3	Raumzeigermodulation	128
3.3.1	Grundlagen der Raumzeigerdarstellung	128
3.3.2	Raumzeiger von U-Stromrichtern	131
3.3.3	Synthese von Raumzeigern	132
3.3.4	Optimierung der Schaltsequenzen	136
3.3.5	Diskontinuierliche Modulation	138
3.4	Zusammenhang zwischen Raumzeiger- und Trägerverfahren	139
3.4.1	Raumzeiger und Spannungspulse	140
3.4.2	Aktive Pulspositionierung bei Trägerverfahren	141
3.5	Zusammenfassung	145
Literatur	145	
4	Regelung von Stromrichtern mit eingeprägter Gleichspannung	147
4.1	Regelung von Asynchronmaschinen mit U-Stromrichtern	147
4.1.1	Elektrisches Modell der Asynchronmaschine	148
4.1.1.1	Leistung und Drehmoment	150
4.1.1.2	Kippmoment	151
4.1.2	Skalare Regelungsverfahren	152

4.1.3	Feldorientierte Regelung	155
4.1.3.1	Struktur der feldorientierten Regelung	157
4.1.4	Direkte Drehmomentregelung	159
4.1.4.1	Struktur der direkten Drehmomentregelung	161
4.1.5	Vor- und Nachteile der Regelungsverfahren für Asynchronmaschinen	164
4.1.5.1	Skalare Regelung	164
4.1.5.2	Feldorientierte Regelung mit Rotorflussorientierung	165
4.1.5.3	Direkte Drehmomentregelung (DTC)	165
4.2	Regelung von pulsweitenmodulierten U-Stromrichtern am dreiphasigen Netz	166
4.2.1	Modell des pulsweitenmodulierten U-Stromrichters am dreiphasigen Netz	167
4.2.2	Spannungsorientierte Regelung	169
4.2.2.1	Struktur der spannungsorientierten Regelung	170
4.2.3	Direkte Leistungsregelung	171
4.2.4	Vor- und Nachteile der Regelungsverfahren für pulsweitenmodulierte U-Stromrichter	175
4.2.4.1	Spannungsorientierte Regelung	175
4.2.4.2	Direkte Leistungsregelung	176
Literatur	176	
Anhang	179	
Sachverzeichnis	189	