

Inhalt

	Einleitung	13
1	Halbleiterbauelemente der Leistungselektronik	15
1.1	Aufbau und statische Kennlinien	15
1.1.1	Gleichrichterdioden	16
1.1.2	Bipolare und Feldeffekt-Transistoren	18
1.1.3	Thyristoren	24
1.1.4	Bipolare Transistoren mit isoliertem Steueranschluss – IGBT	27
1.1.5	Ventil-Bauformen	29
1.2	Schalteigenschaften	34
1.2.1	Bipolare und Feldeffekt-Transistoren	34
1.2.2	Thyristoren und Leistungsdioden	38
1.2.3	IGBT-Transistoren	41
1.3	Thermische Eigenschaften	43
1.4	Anwendungsbereiche der Ventilbauelemente	46
1.5	Kenndaten und Grenzwerte	49
2	Betrieb der Ventile	53
2.1	Verluste und Erwärmung	53
2.2	Kühlung	63
2.3	Zündung und Ansteuerung der Ventile	69
2.3.1	Zünd- und Steuereigenschaften der Ventilbauelemente	69
2.3.2	Steuersätze und Treiber	71
3	Schaltungs- und Messtechnik	83
3.1	Schutz und Beschaltung	83
3.2	Schaltungstechnik	91
3.3	Messtechnik	94
4	Digitale Simulation	99
4.1	Ziele und Formen der Simulation	100
4.2	Modellierung	101
4.2.1	Modellarten	101
4.2.2	Modellierungsebenen	102
4.3	Simulationsverfahren	104
4.3.1	Modellierung und Simulation elektrischer Systeme	104

4.3.2	Simulation diskontinuierlicher Prozesse	108
4.3.3	Simulation regelungstechnischer und mechanischer Systeme	111
4.3.4	Simulation mechatronischer Systeme	112
4.4	Simulation eines Einpuls-Stromrichters	113
4.4.1	Schaltungsanalyse	114
4.4.2	Beanspruchung des Halbleiter-Ventils	117
4.4.3	Einfluss des Stromrichter-Transformators	123
5	Nichtkommutierende Stromrichter	127
5.1	Einpuls-Stromrichter	127
5.2	Elektronische Schalter und Steller für Wechselstrom	139
5.3	Steuerblindleistung und Leistungsfaktor	146
5.3.1	Anschnittsteuerung	146
5.3.2	Steuerverfahren mit verbessertem Leistungsfaktor	154
5.4	Elektronische Schalter und Steller für Drehstrom	158
6	Fremdgeführte Stromrichter	165
6.1	Mittelpunktschaltungen; Stromglättung	165
6.1.1	Zweipuls-Mittelpunktschaltung	165
6.1.2	Stromglättung	169
6.1.3	Wechselrichterbetrieb	182
6.1.4	Dreipuls-Mittelpunktschaltung	186
6.2	Kommutierung	195
6.2.1	Überlappung	195
6.2.2	Gleichspannungsänderung	205
6.2.3	Kommutierungsblindleistung	210
6.3	Brückenschaltungen	212
6.3.1	Zweipuls-Brückenschaltung	213
6.3.2	Sechspuls-Brückenschaltung	214
6.3.3	Zwölfpuls-Schaltungen	218
6.4	Blindleistungssarme Schaltungen	223
6.4.1	Schaltungen mit Freilaufdiode	224
6.4.2	Halbgesteuerte Brückenschaltungen	227
6.4.3	Folgesteuerung	234
6.5	Lastgeführte Stromrichter	239
6.5.1	Parallelschwingkreis-Wechselrichter	239
6.5.2	Reihenschwingkreis-Wechselrichter	241
6.5.3	Schwingkreis-Umrichter	243
7	Stromrichter-Rückwirkungen	245
7.1	Spannungsverzerrungen	246

7.2	Blindleistung	255
7.3	Hochfrequenzstörungen	259
7.4	Geräuschemission	261
8	Selbstgeführte Stromrichter	263
8.1	Thyristor-Löschung	264
8.2	Elektronische Schalter und Steller für Gleichstrom	268
8.2.1	Gleichstromschalter	268
8.2.2	Gleichstromsteller	278
8.2.2.1	Tiefsetzsteller	278
8.2.2.2	Hochsetzsteller	284
8.2.2.3	Zweiquadrantensteller	287
8.2.2.4	Vierquadrantensteller	291
8.3	Selbstgeführte Wechselrichter	293
8.3.1	Wechselrichter mit eingepprägter Gleichspannung	293
8.3.1.1	Einphasige Schaltungen	294
8.3.1.2	Mehrphasige Schaltungen	302
8.3.1.3	Pulswechselrichter	314
8.3.2	Wechselrichter mit eingepprägtem Gleichstrom	324
8.4	Umrichter	331
8.4.1	Zwischenkreis-Umrichter	332
8.4.1.1	Wechselstrom-Umrichter mit Gleichspannungs-Zwischenkreis	332
8.4.1.2	Wechselstrom-Umrichter mit Gleichstrom-Zwischenkreis	336
8.4.1.3	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung	337
8.4.1.4	Gleichstrom-Umrichter mit Wechselspannungs-Zwischenkreis	337
8.4.2	Netzgeführte Direktumrichter	339
9	Stromrichter-Antriebe	343
9.1	Stromrichter in Regelkreisen	344
9.2	Gleichstromantriebe	349
9.2.1	Speisung aus Gleichspannungsquellen	350
9.2.2	Speisung aus Wechselspannungsquellen	353
9.2.2.1	Ein- und Zweiquadrantenantriebe	355
9.2.2.2	Vierquadrantenantriebe	357
9.3	Drehstromantriebe	367
9.3.1	Asynchronmaschinen-Antriebe	368
9.3.1.1	Spannungssteuerung durch Drehstromsteller	372
9.3.1.2	Untersynchrone Stromrichtererkaskade	376
9.3.1.3	Spannungs-Frequenz-Steuerung durch Umrichter	381
9.3.1.4	Umrichter-Kaskade	388

9.3.2	Synchronmaschinen-Antriebe	389
9.3.2.1	Speisung durch Umrichter mit Spannungs-Zwischenkreis	390
9.3.2.2	Stromrichter-Synchronmaschine	391
9.3.2.3	Speisung durch Direktumrichter	394
10	Schrifttum	397
	Sammel- und Nachschlagewerke	397
	Fachbücher	397
	Veröffentlichungen über Einzelprobleme	400
	Normen (Auswahl)	408
11	Formelzeichen	411
12	Abkürzungen	415
13	Sachverzeichnis	417