

Inhalt

	Einleitung	11
1	Halbleiterbauelemente der Leistungselektronik	13
1.1	Aufbau und statische Kennlinien	13
1.1.1	Gleichrichterdioden	14
1.1.2	Bipolare und Feldeffekt-Transistoren	16
1.1.3	Thyristoren	22
1.1.4	Bipolare Transistoren mit isoliertem Steueranschluss – IGBT	26
1.1.5	Ventil-Bauformen	28
1.2	Schalteigenschaften	31
1.2.1	Bipolare und Feldeffekt-Transistoren	32
1.2.2	Thyristoren und Leistungsdioden	35
1.2.3	IGB-Transistoren	39
1.3	Thermische Eigenschaften	40
1.4	Anwendungsbereiche der Ventilbauelemente	43
1.5	Kenndaten und Grenzwerte	46
2	Betrieb der Ventile	51
2.1	Verluste und Erwärmung	51
2.2	Kühlung	61
2.3	Zündung und Ansteuerung der Ventile	66
2.3.1	Zünd- und Steuereigenschaften der Ventilbauelemente	66
2.3.2	Steuersätze und Treiber	68
3	Schaltungs- und Messtechnik	79
3.1	Schutz und Beschaltung	79
3.2	Schaltungstechnik	87
3.3	Messtechnik	90
4	Digitale Simulation	95
4.1	Simulationsformen	96
4.2	Modellierung	97
4.2.1	Modellarten	97
4.2.2	Modellierungsebenen	98
4.3	Simulationsverfahren	100
4.3.1	Modellierung und Simulation elektrischer Systeme	100

4.3.2	Simulation diskontinuierlicher Prozesse	104
4.3.3	Simulation regelungstechnischer und mechanischer Systeme	107
4.3.4	Simulation mechatronischer Systeme	108
4.4	Simulation eines Einpuls-Stromrichters	109
4.4.1	Schaltungsanalyse	110
4.4.2	Beanspruchung des Halbleiter-Ventils	113
4.4.3	Einfluss des Stromrichter-Transformators	119
4.5	Entwicklungstendenzen der Simulationssysteme	122
5	Nichtkommutierende Stromrichter	125
5.1	Einpuls-Stromrichter	125
5.2	Elektronische Schalter und Steller für Wechselstrom	137
5.3	Steuerblindleistung und Leistungsfaktor	144
5.4	Elektronische Schalter und Steller für Drehstrom	155
6	Fremdgeführte Stromrichter	161
6.1	Mittelpunktschaltungen; Stromglättung	161
6.1.1	Zweipuls-Mittelpunktschaltung	161
6.1.2	Stromglättung	165
6.1.3	Wechselrichterbetrieb	178
6.1.4	Dreipuls-Mittelpunktschaltung	182
6.2	Kommutierung	191
6.2.1	Überlappung	191
6.2.2	Gleichspannungsänderung	201
6.2.3	Kommutierungsblindleistung	206
6.3	Brückenschaltungen	208
6.3.1	Zweipuls-Brückenschaltung	209
6.3.2	Sechspuls-Brückenschaltung	210
6.3.3	Zwölfpuls-Schaltungen	214
6.4	Blindleistungsarme Schaltungen	219
6.4.1	Schaltungen mit Freilaufdiode	220
6.4.2	Halbgesteuerte Brückenschaltungen	223
6.4.3	Folgesteuerung	230
6.5	Lastgeführte Stromrichter	235
6.5.1	Parallelschwingkreis-Wechselrichter	235
6.5.2	Reihenschwingkreis-Wechselrichter	237
6.5.3	Schwingkreis-Umrichter	239
7	Stromrichter-Rückwirkungen	241
7.1	Spannungsverzerrungen	242
7.2	Blindleistung	251

7.3	Hochfrequenzstörungen	255
7.4	Geräuschemission	257
8	Selbstgeführte Stromrichter	259
8.1	Thyristor-Löschung	260
8.2	Elektronische Schalter und Steller für Gleichstrom	264
8.2.1	Gleichstromschalter	264
8.2.2	Gleichstromsteller	274
8.2.2.1	Tiefsetzsteller	274
8.2.2.2	Hochsetzsteller	280
8.2.2.3	Zweiquadrantensteller	283
8.2.2.4	Vierquadrantensteller	287
8.3	Selbstgeführte Wechselrichter	289
8.3.1	Wechselrichter mit eingepprägter Gleichspannung	289
8.3.1.1	Einphasige Schaltungen	290
8.3.1.2	Mehrphasige Schaltungen	298
8.3.1.3	Pulswechselrichter	310
8.3.2	Wechselrichter mit eingepprägtem Gleichstrom	320
8.4	Umrichter	327
8.4.1	Zwischenkreis-Umrichter	328
8.4.1.1	Wechselstrom-Umrichter mit Gleichspannungs-Zwischenkreis	328
8.4.1.2	Wechselstrom-Umrichter mit Gleichstrom-Zwischenkreis	332
8.4.1.3	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung	333
8.4.1.4	Gleichstrom-Umrichter mit Wechselspannungs-Zwischenkreis	333
8.4.2	Netzgeführte Direktumrichter	334
9	Stromrichter-Antriebe	339
9.1	Stromrichter in Regelkreisen	340
9.2	Gleichstromantriebe	345
9.2.1	Speisung aus Gleichspannungsquellen	346
9.2.2	Speisung aus Wechselspannungsquellen	349
9.2.2.1	Ein- und Zweiquadrantenantriebe	351
9.2.2.2	Vierquadrantenantriebe	353
9.3	Drehstromantriebe	363
9.3.1	Asynchronmaschinen-Antriebe	364
9.3.1.1	Spannungssteuerung durch Drehstromsteller	368
9.3.1.2	Untersynchrone Stromrichtererkaskade	371
9.3.1.3	Spannungs-Frequenz-Steuerung durch Umrichter	377
9.3.1.4	Umrichter-Kaskade	384
9.3.2	Synchronmaschinen-Antriebe	385

9.3.2.1	Speisung durch Umrichter mit Spannungs-Zwischenkreis	385
9.3.2.2	Stromrichter-Synchronmaschine	386
9.3.2.3	Speisung durch Direktumrichter	389
10	Schrifttum	393
	Sammel- und Nachschlagewerke	393
	Fachbücher	393
	Veröffentlichungen über Einzelprobleme	396
	Normen (Auswahl)	407
11	Formelzeichen	411
12	Abkürzungen	415
13	Sachverzeichnis	417