

Inhaltsverzeichnis

1	Stromrichtertechnik.....	1
1.1	Stand und Entwicklung	1
1.1.1	Einsatz.....	3
1.1.2	Umfeld.....	4
1.1.3	Geregelter Betrieb	5
1.2	Arbeitsweise der Stromrichter.....	5
1.2.1	Funktionen der Umformung.....	6
1.2.2	Arbeitsweise und Stromrichterart.....	6
1.2.3	Betriebsquadranten.....	7
1.2.4	Stromrichterarten.....	8
1.2.5	Grundprinzip der Spannungserzeugung aus dem Wechselspannungsnetz	8
1.2.6	Grundprinzip der Spannungsabsenkung.....	10
1.2.7	Grundprinzip der Spannungsanhebung (Hochsetzsteller)	13
1.2.8	Wechselrichten aus dem Gleichspannungsnetz.....	15
1.2.9	Schlussfolgerungen	16
2	Elektronische Schalter.....	17
2.1	"Schalten" als Grundverfahren der Stromrichter.....	17
2.2	Halbleiterschalter (Leistungshalbleiter)	18
2.2.1	Dioden.....	18
2.2.2	Thyristoren	22
2.2.3	Der Abschaltthyristor (GTO)	26
2.2.4	Der Insulated-Gate-Controlled Thyristor (IGCT)	27
2.2.5	Transistoren.....	27
2.2.6	IGBT	29
2.2.7	Intelligente Leistungsmodule (IPM).....	30
2.2.8	Bauteiledaten (Grenzdaten).....	32
2.2.9	Schutz von Halbleiterschaltern.....	32

	39
3 Stromrichterkomponenten	40
3.1 Transformatoren	41
3.2 Drosseln.....	43
3.3 Kondensatoren.....	44
3.4 Steuerelektronik in Stromrichtern	49
3.5 Leistungsschild und Betriebsarten.....	55
4 Fremdgeführte Stromrichterschaltungen	55
4.1 Netzgeführte Stromrichter	55
4.1.1 Begriffe.....	59
4.1.2 Einsatz	59
4.1.3 Gleichspannungsbildung	69
4.1.4 Ideelle Ausgangsgleichspannung	70
4.1.5 Ideelle Gleichstromleistung.....	70
4.1.6 Ausgangskennlinienfeld	71
4.1.7 Betriebsquadranten.....	73
4.1.8 Leistungsaufnahme.....	74
4.1.9 Verknüpfung mit dem Steuerwinkel α	76
4.1.10 Netzurückwirkungen	79
4.2 Lastgeführte Stromrichter.....	79
4.2.1 Stromrichtermotor	80
4.2.2 Schwingkreiswechselrichter	83
5 Selbstgeführte Stromrichter.....	83
5.1 Gleichstromsteller (Chopper)	84
5.1.1 1-Quadrantbetrieb.....	85
5.1.2 4-Quadrantbetrieb.....	88
5.2 Selbstgeführte Wechselrichter.....	88
5.2.1 Einphasige Pulswechselrichter	89
5.2.2 Mehrphasige Pulswechselrichter	92
6 Umrichter	92
6.1 Übersicht	93
6.2 Gleichstromumrichter mit Wechselspannungszwischenkreis.....	95
6.3 Umrichter mit Spannungszwischenkreis (U-Umrichter).....	96
6.3.1 Drehspannungserzeugung.....	101
6.4 Umrichter mit Stromzwischenkreis (I-Umrichter)	

6.5	Energierückspeisung	105
6.5.1	I-Umrichter.....	105
6.5.2	U-Umrichter.....	105
6.6	Direktumrichter.....	112
7	Wechsel- und Drehstromsteller.....	114
7.1	Wechselstromsteller.....	115
7.2	Drehstromsteller.....	116
7.3	Steuerblindleistung.....	117
7.4	Steuerung.....	118
8	Regelung bei Stromrichtern.....	120
8.1	Übersicht.....	120
8.2	Gleichstromantriebe.....	120
8.3	Drehstromantriebe mit Umrichtern.....	123
9	Einsatz in der Energieanwendung.....	128
9.1	Allgemeines zum Einsatz in der Energieanwendung.....	128
9.1.1	Stromrichterantriebe.....	128
9.1.2	Stromrichterantriebe mit Stromwendermaschinen.....	129
9.1.3	Stromrichterantriebe mit Drehfeldmaschinen.....	134
9.1.4	EK-Maschinen (elektrisch kommutiert).....	137
9.1.5	Positionierantriebe / Servoantriebe.....	137
9.1.6	Traktion.....	137
9.2	Gleichstromversorgungen.....	141
9.2.1	Elektrochemie.....	141
9.2.2	Ladegeräte.....	142
9.2.3	Netzgeräte.....	142
9.3	Sonstige Anwendungsgebiete.....	142
9.3.1	Heizungs- und Klimatechnik, Beleuchtung.....	142
9.3.2	Hausgeräte.....	142
9.3.3	Industrielle Wärmebehandlung.....	142
10	Einsatz in der Energieverteilung.....	143
10.1	Übersicht.....	143
10.2	Blindstromrichter.....	143
10.3	Netzkupplung und Energieübertragung (HGÜ).....	143
10.4	Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV).....	144
10.5	Rundsteuersender.....	145

11 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und Netzurückwirkungen	146
11.1 Elektromagnetische Verträglichkeit	146
11.2 Netzurückwirkungen	149
11.2.1 Netzurückwirkungen bei I-Umrichtern.....	150
11.2.2 Netzurückwirkungen bei U-Umrichtern	151
12 Stromrichtermesstechnik	155
12.1 Messungen allgemein	155
12.2 Messungen des Formfaktors	157
12.3 Drehfeldmessung.....	157
Formelzeichen (Auswahl)	159
Literaturverzeichnis.....	163
Sachwortverzeichnis.....	169