

Inhalt

Vorwort	5
1 Mathematisch-physikalische Grundlagen	13
1.1 Komplexe Rechnung	13
1.2 Symmetrische Komponenten	17
1.3 Vektorrechnung	22
1.4 Physikalische Grundlagen	27
1.4.1 Allgemeines	27
1.4.2 Gleichungen elektrischer und magnetischer Größen	28
1.5 Mathematische Grundlagen	30
2 Transformatoren	33
2.1 Einphasentransformator	33
2.1.1 Aufbau	33
2.1.2 Wirkungsweise	34
2.1.3 Ersatzschaltbilder und Zeigerbilder	36
2.1.4 Transformator Kenngrößen	39
2.1.5 Spannungsverhalten	45
2.2 Drehstromtransformator	47
2.2.1 Aufbau	47
2.2.2 Transformator Kenngrößen	49
2.2.3 Transformatorschaltgruppen	52
2.2.4 Stelltransformatoren	56
2.2.5 Transformatorbank	57
2.3 Stromwandler	60
2.3.1 Aufbau	60
2.3.2 Kenngrößen	60
2.3.3 Schaltung	66
2.4 Spannungswandler	67
2.4.1 Aufbau	67
2.4.2 Kenngrößen	67
2.4.3 Bauformen und Schaltungen	69
2.5 Transformatorschutz	71
2.5.1 Aufbau	71
2.5.2 Temperaturüberwachung	71
2.5.3 Buchholzschutz	72

2.5.4	Differentialschutz.....	73
2.5.5	Unabhängiger Überstromzeitschutz und Distanzschutz.....	74
3	Gleichstrommaschinen	77
3.1	Grundlagen.....	77
3.2	Spannungserzeugung.....	80
3.3	Kennlinien.....	85
3.4	Drehmoment.....	89
3.5	Wirkungsgrad.....	90
3.6	Ankerrückwirkung.....	91
3.7	Motorbremsung.....	92
4	Drehstrommaschinen	95
4.1	Grundlagen.....	95
4.2	Drehstromasynchronmotor.....	97
4.2.1	Aufbau.....	97
4.2.2	Drehmoment.....	100
4.2.3	Wirkungsgrad.....	104
4.2.4	Motorersatzschaltung und Zeigerbild.....	106
4.2.5	Motorschutz.....	108
4.3	Drehstromsynchronmaschine.....	111
4.3.1	Aufbau.....	111
4.3.2	Betriebsarten.....	112
4.3.3	Leistung und Drehmoment.....	115
4.3.4	Kenngrößen.....	117
5	Stromrichter	123
5.1	Grundlagen.....	123
5.1.1	Einsatzgebiete.....	123
5.1.2	Leistungshalbleiterbauelemente.....	124
5.2	Schaltungen.....	130
5.2.1	Grundlagen.....	130
5.2.2	Fremdgeführte Stromrichter.....	131
5.2.3	Selbstgeführte Stromrichter.....	137
5.3	Probleme beim Stromrichtereinsatz.....	140
5.3.1	Blindleistung.....	140
5.3.2	Oberschwingungen der Gleichrichter.....	141
5.3.3	Oberschwingungen der Wechselrichter-Ausgangsspannung.....	143
6	Antriebe	147
6.1	Vorbetrachtung.....	147
6.2	Arbeitsmaschine.....	147

6.2.1	Kraft und Drehmoment	147
6.2.2	Drehmoment und Drehzahl.....	155
6.2.3	Betriebsarten	157
6.3	Motorauswahl.....	158
6.3.1	Drehstromasynchronmotor	159
6.3.2	Gleichstrommotor	161
6.3.3	Servomotor	162
7	Elektrische Leitungen und Netze.....	165
7.1	Einleitung.....	165
7.2	Übertragungsmittel und Kennwerte	166
7.2.1	Stromschienen	166
7.2.2	Freileitungen	169
7.2.3	Kabel	172
7.3	Netzarten	173
7.4	Netzberechnung	174
7.4.1	Berechnungsgrundlagen	174
7.4.2	Stichleitung	178
7.4.3	Ringleitung	180
7.5	Leitungsschutz	182
7.6	Hochspannungstechnik	186
7.6.1	Grundlagen	186
7.6.2	Spannungsverteilung an Bauteilen.....	193
7.6.3	Überspannungen	201
7.6.4	Erzeugung und Messung hoher Spannungen	205
8	Elektrotechnische Geräte und Anlagen.....	209
8.1	Schaltgeräte.....	210
8.1.1	Lichtbogenlöschprinzipien	210
8.1.2	Niederspannungsschaltgeräte.....	212
8.1.3	Mittelspannungsschaltgeräte	216
8.1.4	Hochspannungsschaltgeräte	218
8.2	Schaltanlagen.....	221
8.2.1	Niederspannungsschaltanlagen	221
8.2.2	Mittelspannungsschaltanlagen.....	222
8.2.3	Hochspannungsschaltanlagen	223
8.3	Betrieb von Starkstromanlagen	224
8.3.1	Begriffe und allgemeine Anforderungen.....	224
8.3.2	Bedienen von Starkstromanlagen	227
9	Projektieren von Elektroenergieanlagen.....	231
9.1	Energiebedarfsermittlung.....	231

9.1.1	Ermittlung der Höchstleistung.....	231
9.1.2	Auswahl der Betriebsmittel.....	234
9.1.3	Energietarife	236
9.2	Blindstromkompensation.....	238
9.2.1	Grundlagen	238
9.2.2	Blindleistungsbedarf.....	242
9.2.3	Kompensationsleistung.....	243
9.3	Kurzschlussstromberechnung.....	244
9.3.1	Grundlagen	244
9.3.2	Berechnung der Kurzschlussgrößen	246
9.3.3	Berechnung der Impedanzen	250
9.3.4	Kurzschlussstrombegrenzung.....	255
9.4	Kurzschlussstromfestigkeitsberechnung	256
9.4.1	Mechanische Kurzschlussstromfestigkeit	256
9.4.2	Thermische Kurzschlussstromfestigkeit.....	261
9.5	Schutzmaßnahmen in Niederspannungsanlagen	265
9.5.1	Einführung, Gefahren und Definitionen	265
9.5.2	Versorgungssysteme	270
9.5.3	Schutzeinrichtungen.....	278
9.5.4	Konzept des Schutzes gegen elektrischen Schlag.....	279
9.5.5	Überprüfung der Schutzmaßnahme	289
9.6	Erdungsanlagen	298
9.6.1	Erdung für Schutz- und Betriebszwecke	298
9.6.2	Erderarten.....	298
9.6.3	Berechnung des Erdausbreitungswiderstands	300
9.6.4	Messung des Erdausbreitungswiderstands	304
9.7	Schutzmaßnahme in Hochspannungsanlagen.....	306
10	Beleuchtungsanlagen.....	313
10.1	Grundlagen	313
10.2	Lampen	317
10.3	Leuchten.....	320
10.4	Berechnung von Beleuchtungsanlagen.....	323
10.4.1	Innenraumbeleuchtung	323
10.4.2	Außenbeleuchtung.....	331
11	Kraftwerke.....	335
11.1	Allgemeines.....	335
11.2	Wärme kraftwerke.....	337
11.2.1	Fossil befeuerte Kraftwerke.....	337
11.2.2	Kernkraftwerke	337
11.3	Kraftwerke regenerativer Energiequellen	338

11.3.1	Wasserkraftwerke.....	338
11.3.2	Windkraftanlagen.....	349
11.3.3	Photovoltaikanlagen.....	352
12	Tabellen.....	363
	Literatur.....	385
	Sachwortverzeichnis.....	393