

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen (Auswahl)	XV
1 Grundlagen der Elektrotechnik	1
1.1 Gleichstrom	1
1.1.1 Elektrische Größen und Grundgesetze	1
1.1.1.1 Physikalische Grundlagen	1
1.1.1.2 Elektrischer Stromkreis	9
1.1.1.3 Elektrischer Widerstand	11
1.1.1.4 Kirchhoffsche Regeln	17
1.1.2 Gleichstromkreise	23
1.1.2.1 Widerstandsschaltungen	23
1.1.2.2 Elektrische Spannungsquellen	29
1.1.2.3 Berechnung von Gleichstrom-Netzwerken	33
1.1.2.4 Messungen im elektrischen Stromkreis	39
1.2 Elektrisches Feld und magnetisches Feld	44
1.2.1 Elektrisches Feld	44
1.2.1.1 Größen des elektrischen Feldes, Kondensator	44
1.2.1.2 Influenz und Polarisierung	47
1.2.1.3 Schaltung von Kondensatoren	48
1.2.1.4 Ladung von Kondensatoren, Energie des elektrischen Feldes	50
1.2.2 Magnetisches Feld	55
1.2.2.1 Wirkungen im magnetischen Feld	55
1.2.2.2 Magnetische Feldstärke	57
1.2.2.3 Magnetische Flussdichte (Induktion)	60
1.2.2.4 Magnetischer Fluss, Durchflutungsgesetz	62
1.2.2.5 Magnetische Hysterese, Energie des Magnetfeldes	65
1.2.3 Kräfte und Spannungserzeugung im magnetischen Feld	69
1.2.3.1 Kräfte im Magnetfeld	69
1.2.3.2 Spannungserzeugung durch Selbstinduktion, Induktivität	74
	VII

3.2	Elektrische Messgeräte	233
3.2.1	Elektromechanische Messwerke	233
3.2.1.1	Dreheisenmesswerke	233
3.2.1.2	Drehspulmesswerke	234
3.2.1.3	Elektrodynamische Messwerke	236
3.2.1.4	Induktions-(Ferraris-)Messwerk	237
3.2.2	Messwandler	238
3.2.2.1	Zangenstrommesser	238
3.2.2.2	Strom- und Spannungswandler	239
3.2.3	Elektronische Messgeräte	240
3.2.3.1	Digitalmultimeter	240
3.2.3.2	Oszilloskope	241
3.3	Digital-Messtechnik	244
3.3.1	Baugruppen digitaler Messgeräte	244
3.3.1.1	Analog/Digital-Umsetzer	244
3.3.1.2	Codierung	246
3.3.1.3	Speicher und Zählschaltungen	247
3.3.2	Digitale Messgeräte	249
3.3.2.1	Zähler	249
3.3.2.2	Multimeter	249
3.3.2.3	Transientenspeicher	250
3.4	Elektrische Messung nichtelektrischer Größen	252
3.4.1	Messwertgeber für mechanische Beanspruchungen	253
3.4.1.1	Verfahren der Drehzahlmessung	253
3.4.1.2	Verfahren der Drehmomentbestimmung	255
3.4.1.3	Bestimmung von Kraft, Druck und Schwingungen	257
3.4.2	Messwertaufnehmer für nichtmechanische Größen	259
3.4.2.1	Bestimmung der Beleuchtungsstärke	259
3.4.2.2	Bestimmung von Temperaturen	260
3.4.2.3	Zeitmessung	261
3.4.2.4	Bestimmung von Geräuschen	262
	Literatur	264
4	Elektrische Maschinen	265
4.1	Gleichstrommaschinen	265
4.1.1	Aufbau und Wirkungsweise	265
4.1.1.1	Aufbau	265
4.1.1.2	Motor- und Generatorbetrieb	270
4.1.1.3	Leistungsbilanz	271
4.1.1.4	Anschlussbezeichnungen und Schaltungen	273

4.1.2	Betriebsverhalten und Drehzahlsteuerung	274
4.1.2.1	Leerlauf und Selbsterregung	274
4.1.2.2	Gleichstrommotoren mit Fremderregung	275
4.1.2.3	Verfahren der Drehzahlsteuerung	279
4.1.2.4	Gleichstrom-Reihenschlussmotoren	284
4.2	Transformatoren	288
4.2.1	Wechselstromtransformatoren	288
4.2.1.1	Aufbau	288
4.2.1.2	Kenngrößen und Ersatzschaltbild	289
4.2.1.3	Betriebsverhalten	292
4.2.1.4	Sondertransformatoren	297
4.2.2	Drehstromtransformatoren	300
4.2.2.1	Bauart und Schaltung	300
4.2.2.2	Kenngrößen und Betriebsverhalten	303
4.3	Drehstrom-Asynchronmaschinen	308
4.3.1	Aufbau und Wirkungsweise	308
4.3.1.1	Ständer und Drehstromwicklung	308
4.3.1.2	Läufer	310
4.3.1.3	Asynchrones Drehmoment	312
4.3.1.4	Linearmotoren	314
4.3.2	Betriebsverhalten und Drehzahlsteuerung	316
4.3.2.1	Kennlinien und Kenngrößen	316
4.3.2.2	Anlassen	323
4.3.2.3	Drehzahlsteuerung	327
4.4	Drehstrom-Synchronmaschinen	334
4.4.1	Aufbau und Wirkungsweise	334
4.4.1.1	Ständer und Läufer	334
4.4.1.2	Kennlinien und Ersatzschaltung	336
4.4.2	Betriebsverhalten im Netzbetrieb	338
4.4.2.1	Synchronisation	338
4.4.2.2	Wirk- und Blindlaststeuerung	340
4.4.2.3	Synchronmaschinen als Industrieantrieb	342
4.4.2.4	Positionierantriebe	343
4.5	Wechselstrommotoren	345
4.5.1	Universalmotoren	345
4.5.1.1	Schaltung und Einsatz	345
4.5.1.2	Betriebsverhalten	346
4.5.2	Wechselstrommotoren mit Hilfswicklung	346
4.5.2.1	Spaltpolmotoren	347
4.5.2.2	Kondensatormotoren	347

4.5.3	Schrittmotoren	349
4.5.3.1	Aufbau und Wirkungsweise	349
4.5.3.2	Betriebsdaten	350
4.6	Leistungselektronik	351
4.6.1	Stromrichterschaltungen für Gleichstromantriebe	352
4.6.1.1	Netzgeführte Stromrichter	353
4.6.1.2	Gleichstromsteller	357
4.6.2	Stromrichterschaltungen für Wechsel- und Drehstromantriebe	361
4.6.2.1	Wechsel- und Drehstromsteller	361
4.6.2.2	Untersynchrone Stromrichter-Kaskade	363
4.6.2.3	Frequenzumrichter	364
4.6.3	Netzurückwirkungen von Stromrichteranlagen	366
4.6.3.1	Steuerblindleistung	366
4.6.3.2	Oberschwingungen	367
4.6.3.3	Störspannungen und EMV	368
	Literatur	373
5	Elektrische Antriebe und Steuerungen	375
5.1	Standardisierung und Normvorschriften	375
5.1.1	Äußere Gestaltung	375
5.1.1.1	Baugrößen	375
5.1.1.2	Bauformen	376
5.1.1.3	Schutzarten	376
5.1.2	Betriebsbedingungen	378
5.1.2.1	Betriebsarten	378
5.1.2.2	Leistungsschild	379
5.1.2.3	Prüfung elektrischer Maschinen	380
5.2	Planung und Berechnung von Antrieben	382
5.2.1	Stationärer Betrieb	382
5.2.1.1	Momentengleichung des elektrischen Antriebs	382
5.2.1.2	Betriebskennlinien von Elektromotoren	384
5.2.1.3	Betriebskennlinien von Arbeitsmaschinen	386
5.2.1.4	Schwungmassen von Motor und Arbeitsmaschine	390
5.2.2	Dynamik des Antriebs	393
5.2.2.1	Anlauf	394
5.2.2.2	Bremsen	396
5.2.3	Bemessung des Motors	400
5.2.3.1	Zulässiges Motormoment	400
5.2.3.2	Berechnung der Erwärmung	400

5.3	Steuerungstechnik	408
5.3.1	Schaltgeräte und Kontaktsteuerungen	409
5.3.1.1	Schalter, Schütze und Sicherungen	409
5.3.1.2	Schaltpläne	413
5.3.1.3	Festverdrahtete Steuerungen	416
5.3.2	Grundlagen elektronischer Steuerungen	418
5.3.2.1	Logische Grundverknüpfungen	419
5.3.2.2	Kombinationen der Grundverknüpfungen	420
5.3.2.3	Speicherschaltungen	421
5.3.2.4	Schaltungstechnik	423
5.3.3	Grundlagen speicherprogrammierbarer Steuerungen	425
5.3.3.1	Aufbau einer SPS	425
5.3.3.2	Einführung in die Programmieretechnik	427
5.3.3.3	Drehrichtungsumkehr eines Motors mit SPS	431
5.3.3.4	Feldbussysteme	432
	Literatur	435
6	Elektrische Energieversorgung	437
6.1	Erzeugung elektrischer Energie	437
6.1.1	Energiewirtschaft	437
6.1.1.1	Energiewandlung	437
6.1.1.2	Erzeugung und Verbrauch elektrischer Energie	438
6.1.2	Kraftwerke	441
6.1.2.1	Thermische Kraftwerke	441
6.1.2.2	Wasserkraftwerke	445
6.1.2.3	Regenerative Energieerzeugung	447
6.1.2.4	Entwicklung der Energietechnik	451
6.2	Energieübertragung	453
6.2.1	Elektrische Netze	453
6.2.1.1	Stromversorgungsanlagen	453
6.2.1.2	Verbundbetrieb	453
6.2.2	Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen	455
6.2.2.1	Allgemeine Grundsätze	455
6.2.2.2	Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag	457
	Literatur	460
	Berechnung der Aufgaben	461
	Gesetzliche Einheiten und Formelzeichen	467
	Sachverzeichnis	471