

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen der Elektrotechnik	1
	Andreas Böker	
1.1	Elektrisches Feld	1
1.1.1	Coulombkraft und elektrische Feldgrößen	2
1.1.2	Elektrische Spannung und Stromstärke	9
1.1.3	Kondensator	15
1.2	Gleichstrom	20
1.2.1	Ohmsches Gesetz und elektrische Leistung	20
1.2.2	Elektrische Widerstände	23
1.2.3	Aktive Zweipole	31
1.2.4	Schaltungen mit ohmschen Widerständen und Kirchhoffsche Regeln	32
1.2.5	Berechnung von linearen Gleichstromnetzwerken	38
1.3	Magnetisches Feld	42
1.3.1	Grundgesetze	43
1.3.2	Materie im Magnetfeld und magnetischer Kreis	53
1.3.3	Elektromagnetische Induktion	61
1.4	Wechselstrom	70
1.4.1	Wechselspannung – Kenngrößen und Zeigerdarstellung	70
1.4.2	Wechselstromverbraucher – komplexe Zweipole	74
1.4.3	Elektrische Leistung, Wirkungsgrad und Kompensation	83
1.4.4	Oberschwingungen	92
1.5	Drehstrom	100
1.5.1	Leitungen und Verbraucher	100
1.5.2	Symmetrischer Betrieb und elektrische Leistung	106
	Anhang	110
	Literatur	123

2	Niederspannungsnetze im Gebäude	127
	Andreas Böker und Hartmuth Paerschke	
2.1	Überblick	127
2.2	Schutz gegen elektrischen Schlag	132
2.2.1	Fehler in elektrischen Anlagen	132
2.2.2	Schutzmaßnahmen	134
2.3	Niederspannungs-Schaltgeräte	139
2.3.1	Überstrom-Schutzeinrichtungen	139
2.3.2	Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen	145
2.4	Erdungen und Netzsysteme	150
2.4.1	Erdverbindungen	150
2.4.2	TN-Netze	153
2.4.3	TT-Netze	156
2.4.4	IT-Netze	157
2.5	Elektrische Leitungen	158
2.5.1	Leitungsarten	160
2.5.2	Leitungsmodelle	163
2.5.3	Thermisches Verhalten von Leitungen	168
2.5.4	Kurzschlussströme in elektrischen Stromkreisen	170
2.5.5	Strombelastbarkeit von elektrischen Leitungen	176
2.5.6	Schutz von elektrischen Leitungen und Anlagen in Fehlerfällen	177
	Tabellenanhang	184
	Literatur	187
3	Halbleitertechnik	189
	Hartmuth Paerschke	
3.1	Halbleiter	189
3.1.1	Eigenhalbleiter und Eigenleitung	190
3.1.2	Dotierte Halbleiter und Störstellenleitung	192
3.1.3	pn-Übergang	194
3.2	Dioden	199
3.2.1	Diodenkennlinie	200
3.2.2	Bauarten und Einsatzfälle	201
3.3	Transistoren	207
3.3.1	Bipolartransistor, Aufbau, Wirkungsweise und Bauformen	207
3.3.2	Kennlinienfeld des Bipolartransistors	209
3.3.3	Anwendung des Transistors als kontaktloser Schalter	210
3.3.4	Anwendung als Analogverstärker in Emitterschaltung	211
3.3.5	Feldeffekttransistoren	213
3.3.6	Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode, IGBT	215
3.3.7	Phototransistor	217

3.4	Leistungselektronische Schaltungen	217
3.4.1	Leistungselektronische Schalter	218
3.4.2	Gleichrichterschaltungen	219
3.4.3	Gleichspannungswandler	221
3.4.4	Wechselrichter	227
3.4.5	Netzteile	231
3.5	Elektrische Signalverarbeitung mit Operationsverstärkern (OV)	235
3.5.1	Umkehraddierer	237
3.5.2	Subtrahierer	238
3.5.3	Aktive Filter	238
3.5.4	Trennverstärker	240
	Literatur	242
4	Elektrische Energiewandler und Speicher	243
	Andreas Böker, Ekkehard Boggasch und Hartmuth Paerschke	
4.1	Transformatoren	244
4.1.1	Aufbau	246
4.1.2	Ersatzschaltbild	250
4.1.3	Leerlauf- und Kurzschlussversuch	256
4.2	Drehstrom-Asynchronmaschinen	259
4.2.1	Aufbau	260
4.2.2	Wirkungsweise und Betriebsverhalten	262
4.2.3	Anlauf	266
4.2.4	Drehzahlstellung	268
4.3	Drehstrom-Synchronmaschinen	270
4.3.1	Aufbau	271
4.3.2	Stationärer Betrieb	275
4.4	Photovoltaik	281
4.4.1	Das Strahlungsangebot der Sonne	282
4.4.2	Solarzellen, Aufbau, Funktion, Wirkungsgrad	286
4.4.3	Betriebskennlinien von Solarzellen	292
4.4.4	MPP-Tracking	294
4.4.5	Solarmodule	294
4.4.6	Photovoltaiksysteme	302
4.4.7	Solaranlagen mit Gleichstromverbrauchern	303
4.4.8	Solarwechselrichter	305
4.4.9	Netzgekoppelte Solaranlagen	313
4.5	Energiespeicher	328
4.5.1	Grundlegende Begriffe und Definitionen	328
4.5.2	Einteilung von Energiespeichern	336
4.5.3	Anwendungsbeispiele	347
	Literatur	352

5	Elektrische Messtechnik	355
	Hartmuth Paerschke	
5.1	Grundbegriffe und Definitionen der Messtechnik	355
5.1.1	Systematische und zufällige Messabweichungen	357
5.1.2	Messgeräteabweichungen, Fehlergrenzen für Messgeräteabweichungen	358
5.1.3	Vollständiges Messergebnis, Messunsicherheit	359
5.1.4	Fortpflanzungsgesetze	361
5.2	Elektromechanische Messwerke	363
5.2.1	Drehspulmesswerk	364
5.2.2	Elektrodynamisches Messwerk	365
5.2.3	Dreheisenmesswerk	367
5.2.4	Elektrizitätszähler zur Messung der elektrischen Arbeit	368
5.3	Elektrische Messgeräte	371
5.3.1	Analog-Multimeter	371
5.3.2	Digital-Multimeter	372
5.3.3	Messwandler	373
5.3.4	Hall-Element zur Messung der magnetischen Flussdichte B	376
5.3.5	Strommesszangen	377
5.3.6	Oszilloskope	378
5.3.7	PC-gestützte Messtechnik	382
5.4	Messung elektrischer Größen im Gleichstromkreis	382
5.4.1	Strommessung	382
5.4.2	Spannungsmessung	384
5.4.3	Widerstandsmessung durch gleichzeitige Messung von I und U	386
5.4.4	Brückenschaltungen	387
5.5	Messung elektrischer Größen im Wechselstromkreis	389
5.5.1	Begriffe	389
5.5.2	Nichtsinusförmige periodische Größen	390
5.5.3	Messung des Effektivwerts	392
5.5.4	Messung des Gleichrichtwerts	392
5.5.5	Leistungsmessungen bei Wechselstrom	393
5.5.6	Wirkleistungsmessung bei Drehstrom	394
5.6	Elektrische Messung nichtelektrischer Größen	395
5.6.1	Temperaturmessungen mit Widerstandsthermometer	395
5.6.2	Temperaturmessungen mit Thermoelementen	397
5.6.3	Messungen mit Dehnmessstreifen (DMS)	399
5.6.4	Hitzdrahtanemometer	402
5.6.5	Magnetisch-induktiver Durchflussmesser	403
	Literatur	404

6	Elektromagnetische Verträglichkeit und Überspannungsschutz	405
	Hartmuth Paerschke	
6.1	Grundbegriffe	405
6.2	Störquellen	407
6.2.1	Technische elektromagnetische Störquellen	407
6.2.2	Elektrostatische Aufladungen und Entladung	409
6.2.3	Blitzentstehung und -entladung	410
6.3	Kopplungsmechanismen	412
6.3.1	Galvanische Kopplung	413
6.3.2	Induktive Kopplung	413
6.3.3	Kapazitive Kopplung	414
6.3.4	Strahlungskopplung	415
6.4	Störfestigkeit elektrischer und elektronischer Systeme	416
6.5	Grundlegende Prinzipien bei Überspannungsschutz und EMV	417
6.5.1	Erdung	417
6.5.2	Gegentakt- und Gleichtaktstörspannungen	419
6.5.3	Schirmung von elektrischen Leitungen	422
6.6	Schutz- und Entstörbeschaltungen	429
6.6.1	Überspannungsschutz mit nichtlinearen Bauelementen	429
6.6.2	Filter zum Überspannungsschutz	431
6.7	Blitzschutz und Überspannungsschutz	433
6.7.1	Äußerer und innerer Blitzschutz	433
6.7.2	Entstehung von Überspannungen durch Blitzeinwirkung	434
6.8	EMV-gerechte Elektrotechnik im Gebäude	435
6.8.1	Verkabelung, Leitungsführung	435
6.8.2	Potentialausgleich, Erdung	437
6.8.3	Schutzbeschaltungen	438
6.8.4	Blitzschutz-zonen-, EMV-Konzept	438
	Literatur	439
	Stichwortverzeichnis	441