

Inhaltsverzeichnis

1 Grundbegriffe	11
1.1 Elektrische Ladung	11
1.1.1 Mit Bernstein fing alles an; 1.1.2 Ausgleich und Trennung von Ladungen	
1.1.3 Leiter und Nichtleiter; 1.1.4 Elektrische Spannung	
1.2 Elektrischer Strom	14
1.2.1 Stromstärke; 1.2.2 Stromkreis; 1.2.3 Richtungssinn und Bezugssinn	
1.3 Leistung und Energie	16
1.3.1 Erzeuger und Verbraucher; 1.3.2 Der Begriff Einton; 1.3.3 Wirkungsgrad	
1.3.4 Elektrowärme	
1.4 Elektrischer Widerstand	19
1.4.1 Der Begriff Widerstand; 1.4.2 Das OHMSche Gesetz; 1.4.3 Linearer Leiter	
1.4.4 Widerstand von Isolierstoffen; 1.4.5 Nichtlinearer Widerstand	
1.4.6 Temperaturabhängigkeit; 1.4.7 Supraleitung	
1.5 Quellen	23
1.5.1 Leerlauf und Kurzschluss; 1.5.2 Ideale Quellen; 1.5.3 Lineare Quellen	
2 Gleichstrom-Schaltungen	26
2.1 Bestimmung des Arbeitspunktes	26
2.2 Knotensatz	26
2.2.1 Der Begriff Knoten; 2.2.2 Knotengleichung; 2.2.3 Parallelschaltung von Widerständen	
2.3 Maschensatz	29
2.3.1 Maschengleichung; 2.3.2 Potenzial; 2.3.3 Reihenschaltung von Widerständen	
2.4 Ersatzschaltungen	32
2.4.1 Ersatzwiderstand; 2.4.2 Ersatzquelle	
2.5 Überlagerungssatz	34
2.6 Knotenpotenzialverfahren	35
3 Zeitabhängige Größen	37
3.1 Periodische Größen	37
3.1.1 Periodendauer und Frequenz; 3.1.2 Gleichwert und Gleichrichtwert	
3.1.3 Wirkleistung und Effektivwert	
3.2 Sinusgrößen	39
3.2.1 Kreisfrequenz und Phasenwinkel; 3.2.2 Kenngrößen; 3.2.3 Zeigerdarstellung	
3.2.4 Komplexe Symbole	
4 Elektrisches Feld	42
4.1 Feldlinien und Äquipotenzialflächen	42
4.2 Kondensatoren	43
4.3 Flussdichte und Feldstärke	43
4.4 Energie eines geladenen Kondensators	45
4.5 Kondensator an Sinusspannung	45
4.6 Polarisationsverluste	46
4.7 Schaltvorgang in einer Schaltung mit einem Kondensator	47
5 Magnetisches Feld	48
5.1 Feldlinien von Magneten	48
5.2 Magnetische Flussdichte	49
5.3 Durchflutungsgesetz	50
5.4 Spulen	51

5.5	Materie im Magnetfeld	52
5.6	Magnetische Werkstoffe	54
5.7	Magnetische Kreise	56
5.8	Induktion	58
	5.8.1 Induktionsgesetz; 5.8.2 Induktion bei Drehbewegung; 5.8.3 Induktion bei ruhender Spule	
5.9	Energie des magnetischen Feldes	62
	5.9.1 Energie einer Spule; 5.9.2 Ein- und Ausschalten einer Spule	
5.10	Verluste im magnetischen Feld	64
	5.10.1 Wirbelstromverluste; 5.10.2 Hystereseverluste; 5.10.3 Eisenverluste	
5.11	Kräfte im Magnetfeld	66
	5.11.1 Zugkraft eines Magneten; 5.11.2 Elektromagnete; 5.11.3 LORENTZ-Kraft und HALL-Effekt	
6	Wechselstrom-Schaltungen	69
6.1	Grundeintore	69
6.2	Widerstand und Leitwert	70
6.3	Leistung und Arbeit	71
	6.3.1 Wirk- und Blindleistung; 6.3.2 Leistungsschwingung; 6.3.3 Leistungsfaktor	
	6.3.4 Wirk- und Blindarbeit; 6.3.5 Leistungsberechnung	
6.4	Verbindung von Grundeintoren	75
	6.4.1 Reihenschaltung; 6.4.2 Reihenresonanz; 6.4.3 Parallelschaltung; 6.4.4 Parallelresonanz	
6.5	Wechselstromnetze	78
	6.5.1 Knoten- und Maschensatz; 6.5.2 Ersatzwiderstand; 6.5.3 Resonanz; 6.5.4 Ortskurve	
6.6	Drehstrom	80
	6.6.1 Ströme und Spannungen; 6.6.2 Symmetrische Belastung; 6.6.3 Unsymmetrische Belastung	
7	Bauelemente	86
7.1	Widerstände	86
	7.1.1 Konstante Widerstände; 7.1.2 Einstellbare Widerstände	
	7.1.3 Temperaturabhängige Widerstände; 7.1.4 Spannungsabhängige Widerstände	
7.2	Kondensatoren	88
	7.2.1 Wickelkondensator; 7.2.2 Spannungsabhängigkeit	
7.3	Thermoelektrische Bauelemente	90
7.4	Dioden	91
	7.4.1 Eigenschaften einer Halbleiterdiode; 7.4.2 Das Halbleiter-Grundmaterial Silizium	
	7.4.3 Dotierung; 7.4.4 pn-Übergang; 7.4.5 pn-Diode; 7.4.6 Solarzelle	
	7.4.7 Z-Diode; 7.4.8 SCHOTTKY-Diode	
7.5	Transistoren	96
	7.5.1 Feldeffekttransistor; 7.5.2 Bipolartransistor	
8	Rechnergestützte Simulation	99
8.1	Netzwerkanalyse	99
8.2	Start mit Schematics	99
8.3	Gleichanalyse	100
8.4	Variation von Bauelement-Werten	100
8.5	Transientanalyse	101
8.5	Sinusanalyse	102
8.7	Großsignalanalyse	102
9	Analoge Schaltungen	103
9.1	Stabilisierungsschaltungen	103
9.2	Transistorschaltungen	104
9.3	Operationsverstärker	105

9.4	Rückkopplungsschaltungen	107
	9.4.1 Der Begriff Rückkopplung; 9.4.2 Invertierender Verstärker	
	9.4.3 Nicht invertierender Verstärker; 9.4.4 Summierer; 9.4.5 Integrierer	
9.5	Filter	110
	9.5.1 Grenzfrequenz; 9.5.2 Tiefpass; 9.5.3 Hochpass; 9.5.4 Bandpass	
10	Digitale Schaltungen	113
10.1	Gatter	113
	10.1.1 Vorteile der Digitaltechnik; 10.1.2 Binärziffer; 10.1.3 Der Begriff Redundanz	
	10.1.4 Logische Verknüpfungen; 10.1.5 CMOS-Inverter; 10.1.6 Realisierung der Grundgatter	
	10.1.7 Schaltalgebra; 10.1.8 Entwurf logischer Schaltungen	
10.2	Schaltwerke	118
	10.2.1 Der Begriff Schaltwerk; 10.2.2 RS-Flipflops; 10.2.3 Master-Slave-Flipflops	
	10.2.4 JK-Flipflops	
10.3	Kippschaltungen	121
	10.3.1 Komparatoren; 10.3.2 Monostabile Kippschaltungen; 10.3.3 Digitale Oszillatoren	
10.4	Frequenzteiler und Zähler	124
	10.4.1 Frequenzteiler; 10.4.2 Zähler	
10.5	Rechenoperationen mit Dualzahlen	126
	10.5.1 Addition; 10.5.2 Subtraktion	
10.6	Verarbeitung von Bitmustern	127
	10.6.1 D-Flipflop; 10.6.2 Register; 10.6.3 Datenübertragung	
	10.6.4 Speicher; 10.6.5 Codierschaltungen	
10.7	Integrierte Schaltungen	131
	10.7.1 Logikfamilien; 10.7.2 TTL-Technik; 10.7.3 Aufbau integrierter Schaltungen	
	10.7.4 CMOS-Technik; 10.7.5 Programmierbare Logik-Bauelemente	
11	Elektrochemie	135
11.1	Elektrischer Strom in Flüssigkeiten	135
	11.1.1 Chemische Wirkung des Stromes; 11.1.2 Dissoziation	
11.2	FARADAYSche Gesetze	136
11.3	Elektrochemische Spannungsreihe	137
11.4	Batterien	138
11.5	Akkumulatoren	139
	11.5.1 Bleiakkumulator; 11.5.2 Nickel-Cadmium-Akkumulator	
	11.5.3 Nickel-Metallhydrid-Akkumulator; 11.5.4 Lithium-Ionen-Akkumulator	
11.6	Brennstoffzellen	142
11.7	Elektrolytische Korrosion	143
12	Elektrische Maschinen	144
12.1	Transformator	144
	12.1.1 Idealisierter Transformator; 12.1.2 Realer Transformator; 12.1.3 Leerlauf und Kurzschluss	
	12.1.4 Spannungsänderung; 12.1.5 Wirkungsgrad; 12.1.6 Drehstrom-Transformatoren	
	12.1.7 Parallelbetrieb; 12.1.8 Mechanischer Aufbau; 12.1.9 Sonderbauarten	
12.2	Rotierende elektrische Maschinen	158
	12.2.1 Aufbau und Erregung; 12.2.2 Drehfeldzahl; 12.2.3 Leistung	
	12.2.4 Drehmoment und Drehzahl	
12.3	Gleichstrommaschine	161
	12.3.1 Aufbau und Funktionsweise; 12.3.2 Energiefluss und Leistungsbilanz	
	12.3.3 Ankerrückwirkung; 12.3.4 Verbesserung der Kommutierung; 12.3.5 Kompensationswicklung	
	12.3.6 Wicklungsarten; 12.3.7 Gleichstrommotoren; 12.3.8 Einschalten und Anlassen	
	12.3.9 Drehrichtungswechsel; 12.3.10 Bremsbetrieb	

12.4	Drehstrom-Asynchronmaschine	172
	12.4.1 Prinzipielle Funktionsweise; 12.4.2 Ersatzschaltung; 12.4.3 Energiefluss und Leistungsbilanz	
	12.4.4 Drehmoment; 12.4.5 Stromortskurven; 12.4.6 Kennlinien; 12.4.7 Leerlauf- und Kurzschluss	
	12.4.8 Käfigläufer-Motor; 12.4.9 Schleifringläufer-Motor; 12.4.10 Weitere Betriebsarten	
12.5	Einphasen-Asynchronmotor	189
12.6	Synchronmaschine	191
	12.6.1 Aufbau und Anwendungsgebiete; 12.6.2 Vollpolgenerator im Inselbetrieb	
	12.6.3 Vollpolmaschine im Netzbetrieb; 12.6.4 Schenkelpolmaschine	
	12.6.5 Pendelungen der Synchronmaschine; 12.6.6 Synchronisierung	
12.7	Linearmotoren	199
	12.7.1 Asynchron-Linearmotor; 12.7.2 Synchron-Linearmotor	
12.8	Kleinmotoren	202
	12.8.1 Universalmotor; 12.8.2 Permanentmagnet-Motor; 12.8.3 Elektronikmotor	
	12.8.4 Spaltpolmotor; 12.8.5 Wechselstrom-Synchronmotor; 12.8.6 Schrittmotor	
12.9	Erwärmung und Kühlung	208
	12.9.1 Übertemperatur; 12.9.2 Motorschutz	
12.10	Motorparameter	211
	12.10.1 Bauform; 12.10.2 Schutzart; 12.10.3 Explosionsschutz; 12.10.4 Leistungsschild	
13	Elektrische Antriebe	213
13.1	Stationärer Betrieb	213
13.2	Betriebsarten	214
13.3	Trägheitsmoment	216
13.4	Dynamischer Betrieb	217
13.5	Anlauf	217
13.6	Statische Stabilität	219
13.7	Direktantriebe	219
14	Elektrische Messtechnik	221
14.1	Grundbegriffe des Messens	221
14.2	Elektromechanische Messgeräte	223
	14.2.1 Drehspulmessgerät; 14.2.2 Dreheisenmessgerät	
	14.2.3 Elektrodynamisches Messgerät; 14.2.4 Induktionsmesswerk	
14.3	Oszilloskop	226
	14.3.1 Elektronenstrahlröhre; 14.3.2 Der x-y-Betrieb; 14.3.3 Zeitablenkung	
	14.3.4 Mehrkanal-Funktion; 14.3.5 Ankopplung des Eingangs	
	14.3.6 Abschwächer; 14.3.7 Tastkopf	
14.4	Digitale Messgeräte	230
	14.4.1 Genauigkeit und Auflösung; 14.4.2 Analog-Digital-Wandler; 14.4.3 Digital-Multimeter	
	14.4.4 Digitale Speicher-Oszilloskope; 14.4.5 Digital-Analog-Wandler	
	14.4.6 Elektrizitätszähler; 14.4.7 IEC-Bus	
14.5	Messbrücken	238
14.6	Sensoren	239
	14.6.1 Längensensoren; 14.6.2 Winkelsensoren	
	14.6.3 Kraftsensoren; 14.6.4 Temperatursensoren	
14.7	Messung von Spannung und Strom	242
	14.7.1 Widerstand des Messwerks; 14.7.2 Messung der Ersatzgrößen	
	14.7.3 Strommesszange; 14.7.4 Nicht sinusförmige Spannungen	
14.8	Leistungs- und Energiemessung	245
	14.8.1 Leistungsmessung im Gleichstromnetz; 14.8.2 Leistungsmessung im Wechselstromnetz	
	14.8.3 Leistungsmessung im Drehstromnetz; 14.8.4 Energiemessung im Drehstromnetz	

14.9	Messung von C und L	248
14.10	Zeitmessung	249
	14.10.1 Tageszeit; 14.10.2 Zeitintervall	
14.11	Elektromagnetische Verträglichkeit	250
	14.11.1 Der Begriff EMV; 14.11.2 Normung und Gesetze; 14.11.3 Prüfung und Nachweis	
15	Steuer- und Regelungstechnik	251
15.1	Die Begriffe Steuern und Regeln	251
15.2	Entwicklung der Steuerungstechnik	252
15.3	Komponenten von Steuerungen	253
15.4	Steuerung elektrischer Maschinen	256
15.5	Regelungstechnik	258
16	Leistungselektronik	267
16.1	Entwicklung der Leistungselektronik	267
16.2	Aufgaben der Leistungselektronik	267
16.3	Leistungshalbleiter	268
16.4	Ungesteuerte Gleichrichter	272
16.5	Netzgeführte Stromrichter	275
16.6	Selbstgeführte Stromrichter	280
16.7	Frequenzumrichter	285
16.8	Wechsel- und Drehstromsteller	290
16.9	EMV von Stromrichtern	291
17	Informationsübertragung	293
17.1	Grundbegriffe	293
17.2	Leitungen und Kabel	295
17.3	Lichtwellenleiter	300
17.4	Funkkanäle	304
17.5	LAN, Ethernet	309
17.6	TCP/IP, OSI-Modell	311
17.7	Feldbusse	313
17.8	USB	314
18	Energieübertragung	316
18.1	Energieumwandlung	316
18.2	Betriebsmittel und -verfahren	318
18.3	Überstromschutz	323
18.4	Erder und Erdung	324
18.5	Schutzmaßnahmen	325
18.6	USV	330
	Verwendete Formelzeichen	331
	Einheiten	332
	Komplexe Rechnung	334
	Literatur	335
	Wichtige Konstanten	338
	Namenverzeichnis	338
	Sachwortverzeichnis	339
	Und zum Schluss: Bloß nicht	348