

Inhaltsverzeichnis

1	Rechnen mit Zahlen		4.8.1	Reihenschaltung	40
1.1	Grundgesetze.	9	4.8.2	Parallelschaltung.	41
1.1.1	Vertauschungsgesetz, Verbindungsgesetz, Verteilungsgesetz . . .	9	4.8.3	Gemischte Schaltungen.	42
1.1.2	Bruchrechnen	10	4.8.4	Spannungsteiler	45
1.2	Potenzen	12	4.9	Brückenschaltungen.	46
1.2.1	Zehnerpotenzen	12	4.10	Erzeuger-Ersatzschaltungen	47
1.2.1.1	Werte der Zehnerpotenzen	12	4.10.1	Spannungserzeuger	47
1.2.1.2	Rechnen mit Zehnerpotenzen.	13	4.10.2	Spannungserzeugung mit Fotovoltaik. . .	48
1.2.2	Sonstige Potenzen mit ganzen Exponenten	14	4.10.3	Sekundärelemente (der Energieelektronik) aufladen	49
1.3	Rechnen mit Wurzeln	15	4.10.4	Überlagerung bei linearen Netzwerken . .	50
1.4	Logarithmen	16	4.10.5	Ersatzspannungsquelle	51
1.4.1	Rechenregeln, natürlicher und binärer Logarithmus	16	4.10.6	Ersatzstromquelle	52
1.4.2	Zehnerlogarithmen	17	4.10.7	Anpassungsarten	53
1.4.3	Logarithmische Darstellung, Linearisieren	18	4.11	Schaltungen simulieren mit PSpice	55
1.5	Kehrwert, Prozentrechnen	18	4.12	Temperatur und Wärme.	57
			4.12.1	Wärme und Wärmekapazität	57
			4.12.2	Wärmewiderstand	58
			4.12.3	Ermittlung von Kühlflächen.	59
2	Rechnen mit Größen		5	Wechselstromtechnik	
2.1	Begriffe beim Rechnen mit Größen	19	5.1	Wechselgrößen	60
2.2	Umrechnen der Einheiten	20	5.1.1	Periode, Frequenz, Kreisfrequenz, Wellenlänge	60
2.3	Addition und Subtraktion	20	5.1.2	Maximalwert, Spitze-Tal-Wert, Effektivwert.	60
2.4	Multiplikation und Division	21	5.1.3	Impulse	62
3	Rechnen mit Formeln		5.2	Kondensator	64
3.1	Umstellen von Formeln	22	5.2.1	Elektrisches Feld	64
3.2	Formel als Größengleichung	24	5.2.2	Ladung und Kapazität	64
3.2.1	Längen und Flächen	24	5.2.3	Kraftwirkung und Energie des elektrischen Feldes	65
3.2.2	Satz des Pythagoras.	25	5.2.4	Elektrische Flussdichte	66
3.2.3	Geschwindigkeiten.	26	5.2.5	Kapazität	67
4	Elektrotechnische Grundlagen		5.2.6	Schaltungen von Kondensatoren.	67
4.1	Stromdichte	27	5.2.7	RC-Schaltung an Gleichspannung und Rechteckspannung.	68
4.2	Widerstände	27	5.2.8	Kapazitiver Blindwiderstand	69
4.2.1	Widerstand und Leitwert	27	5.3	Spule	70
4.2.2	Widerstand und Temperatur	28	5.3.1	Elektromagnetismus.	70
4.2.3	Leiterwiderstand.	29	5.3.1.1	Magnetische Grundgrößen	70
4.3	Das Ohm'sche Gesetz	30	5.3.1.2	Strom im Magnetfeld	72
4.4	Messen	31	5.3.2	Induktion und Induktivität.	73
4.4.1	Anzeigefehler bei Zeigermessgeräten. . .	31	5.3.3	Energie und Energiedichte des magnetischen Feldes	74
4.4.2	Digitales Messen mit DMM	32	5.3.4	RL-Schaltungen an Gleichspannung und Rechteckspannung.	75
4.4.3	Digitales Multimeter DMM	33	5.3.5	Induktiver Blindwiderstand	76
4.5	Rechnen mit Bezugspfeilen	34	5.4	Schaltungen mit Blindwiderständen. . . .	77
4.6	Elektrische Leistung bei Gleichspannung	35	5.4.1	RC-Schaltungen und RL-Schaltungen	77
4.7	Arbeit und Energie.	37	5.4.1.1	Reihenschaltung von Wirkwiderstand und Blindwiderstand	77
4.7.1	Elektrische Arbeit	37	5.4.1.2	Verluste der Spule	78
4.7.2	Mechanische Arbeit und Leistung	37	5.4.1.3	Parallelschaltung von Wirkwiderstand und Blindwiderstand	79
4.7.3	Wirkungsgrad und Arbeitsgrad.	39	5.4.1.4	Verluste des Kondensators	80
4.8	Grundschaltungen	40			

5.4.1.5	Grenzfrequenz	81
5.4.1.6	Ersatz-Reihenschaltung und Ersatz-Parallelschaltung	82
5.4.2	Schwingkreise	83
5.4.3	Güte und Bandbreite bei Schwingkreisen	85
5.4.4	Einfache RC-Siebschaltungen	86
5.5	Wechselstromleistungen bei Einphasenwechselstrom	87
5.6	Transformator	89
5.6.1	Transformatorhauptgleichung	89
5.6.2	Übersetzung von Spannung, Strom und Widerstand	90

6 Elektronische Schaltungen

6.1	Schaltungen mit nicht linearen Widerständen	91
6.1.1	Differenzieller Widerstand	91
6.1.2	Impedanzen im Arbeitspunkt	91
6.1.3	Zeichnerische Lösung der Reihenschaltung	92
6.1.4	Messschaltungen mit Pt100-Widerstandssensoren	94
6.2	Schaltungen mit Dioden	95
6.2.1	Festlegung des Arbeitspunktes	95
6.2.1.1	Vorwiderstand von Dioden	95
6.2.1.2	Zeichnerische Bestimmung des Arbeitspunktes	96
6.2.2	Gleichrichterschaltungen	97
6.2.2.1	Kenngrößen	97
6.2.2.2	Glättung und Siebung	98
6.2.2.3	Siebung mit RC und LC	99
6.2.3	Spannungsstabilisierung mit Z-Dioden	100
6.2.3.1	Vorwiderstand für die Spannungsstabilisierung mit Z-Diode	100
6.2.3.2	Eigenschaften von Stabilisierungsschaltungen	101
6.3	Licht	102
6.4	Schaltungen mit fotoelektronischen Bauelementen	104
6.5	Verstärker mit bipolaren Transistoren	105
6.5.1	Arbeitspunkt in der Emitterschaltung	105
6.5.1.1	Gleichstromgrößen in Emitterschaltung	105
6.5.1.2	Basisspannungsteiler und Stabilisierung des Arbeitspunktes	106
6.5.1.3	Arbeitsgerade für Gleichstrom	107
6.5.2	Koppelkondensatoren	108
6.5.3	Gegenkopplung bei Verstärkern	109
6.6	Verstärker mit Feldeffekttransistoren	110
6.6.1	Gleichstromgrößen von FET in Sourceschaltung	110
6.6.2	Wechselstromgrößen von FET in Sourceschaltung	111
6.6.3	Analogschalter mit FET	112
6.6.3.1	Analogschalter mit J-FET	112
6.6.3.2	Analogschalter mit IG-FET	113
6.7	Bauelemente der Energieelektronik	114
6.7.1	IGBT	114
6.7.2	Thyristoren als elektronische Schalter.	115
6.7.3	Gesteuerte Stromrichter	116
6.8	Operationsverstärker	118

6.8.1	Eingangsschaltung des Operationsverstärkers.	118
6.8.2	Verstärkung ohne Gegenkopplung.	119
6.8.3	Invertierender Verstärker	120
6.8.4	Summierverstärker	120
6.8.5	Nicht invertierender Verstärker und Impedanzwandler	121
6.8.6	Subtrahierverstärker.	121
6.8.7	Instrumentenverstärker (INV).	122
6.8.8	Differenzier-Invertierer	123
6.8.9	Integrier-Invertierer	124
6.9	Kippschaltungen	125
6.9.1	Transistoren als elektronische Schalter	125
6.9.2	Schalten bei Ohm'scher, induktiver und kapazitiver Last.	126
6.9.3	Astabile Kippschaltung	127
6.9.4	Monostabile Kippschaltung.	128
6.9.5	Schwellwertschalter (Schmitt-Trigger).	129
6.10	Stabilisierungsschaltungen.	130
6.10.1	Spannung stabilisieren	130
6.10.2	Strom stabilisieren.	131
6.10.3	Spannung regeln mit IC	132
6.10.4	Schaltnetzteile (SNT)	133
6.10.4.1	Energiefluss in Schaltnetzteilen	133
6.10.4.2	Durchflusswandler.	134
6.10.4.3	Sperrwandler.	135
6.11	Schwingungserzeugung mit Wien-Oszillator.	136
6.11.1	Wien-Oszillator.	136
6.11.2	Direkte digitale Synthese DDS	138

7 Digitaltechnik

7.1	Aufbau der Zahlensysteme	139
7.2	Dualzahlen	140
7.2.1	Umwandlung von Dualzahlen in Dezimalzahlen	140
7.2.2	Umwandlung von Dezimalzahlen in Dualzahlen	141
7.2.3	Addition und Subtraktion von Dualzahlen	142
7.2.4	Multiplikation und Division von Dualzahlen	142
7.2.5	Subtraktion durch Komplementaddition	143
7.3	BCD-Codes	144
7.4	Hexadezimalzahlen	144
7.4.1	Hexadezimalzahlen und Dualzahlen	144
7.4.2	Addition und Subtraktion von Hexadezimalzahlen	145
7.4.3	Hexadezimalzahlen und Dezimalzahlen	146
7.5	Entscheidungsgehalt und Redundanz von Codes.	147
7.6	Kombinatorische Digitaltechnik (Schaltnetze)	148
7.6.1	Schaltalgebraische Begriffe	148
7.6.2	Kommutativgesetz der Schaltalgebra	149
7.6.3	Assoziativgesetz der Schaltalgebra	150
7.6.4	Distributivgesetze der Schaltalgebra	151
7.6.5	Schaltalgebraische Funktionen.	152
7.6.5.1	Umkehrgesetze für eine Variable.	152
7.6.5.2	Umkehrgesetze für mehrere Variablen	152
7.7	Logische Verknüpfungen von Zahlen	154

7.8	Minimieren und Realisieren von Schaltfunktionen	155
7.8.1	Algebraisches Minimieren	155
7.8.2	Realisieren mit NAND-Elementen	156
7.8.3	Aufstellen des KV-Diagramms	157
7.8.4	Minimieren mit dem KV-Diagramm	158
7.9	Lastfaktoren	160

8 Sequenzielle Digitaltechnik (Schaltwerke)

8.1	JK-Kippschaltungen	161
8.2	Wertetabelle und Zeitablaufdiagramm aus der Schaltung	162
8.3	Schaltfunktion aus Wertetabelle	163
8.4	Schaltung aus Schaltfunktion	164
8.5	Synchrone Zähler mit T-Kippgliedern	165
8.6	Frequenzteiler	166

9 Computertechnik

9.1	PAL-Schaltkreise anwenden	167
9.1.1	Schaltkreis PAL 10H8	168
9.1.2	Schaltkreis PAL 16RP8	170
9.1.3	Programmieren mit VHDL	171
9.2	Berechnung der Speicherkapazität	172
9.3	Bildschirmauflösung und Speicherkapazität	173
9.4	PC-BIOS einstellen	174
9.5	C und ARDUINO	175
9.5.1	Lineare Programme	175
9.5.2	Programmverzweigungen mit C++.	176
9.5.3	Programmschleifen mit C++	177
9.5.4	Felder in C++	178
9.6	Datenbank anlegen	179
9.6.1	Datenbanken mit Access erstellen	179
9.6.2	Arbeiten mit einer Access-Datenbank	180
9.6.3	Datenbanksprache SQL	181
9.6.3.1	Abfragen mit SQL	181
9.6.3.2	SQL-Aggregatfunktionen	182

10 Kommunikationstechnik

10.1	Kommunikationsanlagen	183
10.1.1	Übertragungsgrößen	183
10.1.1.1	Übertragungsfaktor, Verstärkungsfaktor, Übertragungskoeffizient	183
10.1.1.2	Dämpfungsfaktor	184
10.1.1.3	Dämpfungsmaß und Verstärkungsmaß Bel und Dezibel	184
10.1.2	Kenngrößen von Richtantennen	186
10.1.3	Pegelrechnung in HF-Verteilnetzen	187
10.1.4	Rauschabstand in HF-Verteilnetzen	189
10.1.5	Pegelrechnung in Breitband-Kommunikationsanlagen	190
10.1.6	Trägerrauschabstand in Satelliten-Empfangsanlagen	191
10.1.7	Pegelrechnung in Satelliten-Empfangsanlagen	192

10.1.8	Grenzwerte bei Mobilfunkanlagen	193
10.1.9	Mechanische Sicherheit der Antennenstandrohre und Ausrichtung der Satellitenantennen	194
10.2	Schaltungen der Kommunikationstechnik	195
10.2.1	Leistungsverstärker für Niederfrequenz	195
10.2.1.1	Großsignalverstärker	195
10.2.1.2	Gegentaktschaltungen	195
10.2.1.3	Klasse-D-Verstärker	197
10.2.2	Akustik	198
10.2.2.1	Pegelrechnung beim Schall	198
10.2.2.2	Frequenzweichen	199
10.2.2.3	100-V-Normausgang	201
10.3	Modulation, Mischung und Demodulation	202
10.3.1	Analoge Modulation	202
10.3.1.1	Amplitudenmodulation	202
10.3.1.2	Frequenzmodulation	204
10.3.2	Mischung und Frequenzumsetzung	205
10.3.3	Demodulation	206

11 Datenübertragung

11.1	Signalabtastung	207
11.2	Signalumsetzer	208
11.3	Digitale Modulation	209
11.3.1	PSK und QAM	209
11.3.2	Pulsmodulation	210
11.3.3	Quantisierung und Codierung	211
11.4	Geschwindigkeit der Datenübertragung	212
11.5	Zeitmultiplexübertragung	214
11.6	Fehlerhäufigkeit	215
11.7	Fehlererkennung	216
11.8	Übertragung im Basisband	218
11.9	Pegel und Dämpfung von Datenleitungen	219
11.10	Wellenwiderstand und Ausbreitungsgeschwindigkeit	220
11.11	Verbindungstechnik	221
11.11.1	Glasfasertechnik	221
11.11.2	Übertragung mit Glasfasern	222

12 Netztechnik

12.1	Lokale Netze	223
12.1.1	Signalgeschwindigkeit bei Sternverkabelung	223
12.1.2	Errichten lokaler Netzwerke	225
12.1.2.1	Gesamtlänge einer horizontalen Verkabelung	225
12.1.2.2	Längeneinschränkungen von fest verlegten Verkabelungsstrecken	226
12.1.2.3	Gebäudeverkabelung	227
12.2	Messen im LAN	228
12.2.1	Grundlagen NEXT, FEXT	228
12.2.2	Messen und Fehlersuche	229
12.3	Adressierung von Netzen	230
12.3.1	Internetadressierung	230
12.3.2	Subnetze	231
12.3.2.1	Subnetzmasken	231
12.3.2.2	Aufteilung in Subnetze	232

13	Regelungstechnik		
13.1	Analyse von Regelstrecken	233	
13.2	PI-Regler	235	
13.3	PDT ₁ -Regler und PD-Regler	236	
13.4	PID-Regler	237	
13.5	Frequenzgang	238	
13.6	Reglerentwurf im Frequenzbereich	239	
14	Projektaufgaben		
14.1	Aufgaben der Analogtechnik	240	
14.2	Aufgaben der Digitaltechnik	242	
14.3	Schaltungen mit monostabilen Kippgliedern	245	
14.4	Transportbandsteuerung	246	
14.5	Codeprüfung	247	
15	Arbeiten mit Datenblättern		
15.1	Einführung in den Datenblattgebrauch	248	
15.1.1	Allgemeine Angaben	248	
15.1.2	Technische Kenngrößen in Datenblättern	249	
15.1.3	Umgang mit Datenblättern von Spannungsreglern und Timer-Bausteinen	251	
15.2	Strombelastbarkeit von Leitungen bei Umgebungstemperatur $\vartheta_u = 30^\circ\text{C}$	252	
15.3	Überstromschutzeinrichtungen	253	
15.4	Kleintransformatoren	254	
16	Rechnungswesen und Controlling		
16.1	Arbeiten mit EXCEL	255	
16.2	Finanzbuchhaltung.	257	
16.3	Kostenrechnung	258	
16.3.1	Fixe und variable Kosten	258	
16.3.2	Kostenstellenrechnung	259	
16.3.3	Kostenträgerrechnung im produzierenden Gewerbe	261	
16.3.4	Kostenträgerrechnung in Handelsbetrieben	263	
17	Markt- und Kundenbeziehungen		
17.1	Lieferantenauswahl	264	
17.1.1	ABC-Analyse	264	
17.1.2	Nutzwertanalyse	264	
17.2	Bestellung und Lagerhaltung	265	
17.2.1	Bestellpunktverfahren.	265	
17.2.2	Lagerkennziffern	265	
17.2.3	Optimale Bestellmenge	266	
17.2.4	Eigenfertigung oder Fremdbezug	267	
17.3	Prüfungsaufgaben IT-Technik.	268	
17.3.1	Unternehmensgründung	268	
17.3.2	Beschaffung und Betrieb von Datenprojektoren	269	
17.3.3	Kommunikationskosten	270	
17.3.4	Druckerkosten	271	
18	Ergänzendes Fachwissen Mathematik		
18.1	Gleichungen	272	
18.1.1	Lineare Gleichungen mit einer Unbekannten	272	
18.1.2	Lineares Gleichungssystem mit zwei Unbekannten	273	
18.1.3	Quadratische Gleichungen	274	
18.2	Funktionen	276	
18.2.1	Beschreibungsformen bei Funktionen.	276	
18.2.2	Lineare Funktionen	277	
18.2.3	Quadratische Funktionen	278	
18.2.4	Trigonometrische Funktionen	279	
18.2.4.1	Sinusfunktion und Kosinusfunktion	279	
18.2.4.2	Graphen der Sinusfunktion und der Kosinusfunktion	280	
18.2.4.3	Tangensfunktion	281	
18.2.4.4	Sinussatz und Kosinussatz	282	
18.2.5	Exponentialfunktionen	283	
18.2.6	Umkehrfunktionen.	284	
18.3	Differenzieren	285	
18.3.1	Differenzenquotient und Differenzialquotient	285	
18.3.2	Ableitungen von Funktionen	286	
18.3.3	Kettenregel	287	
18.4	Integrieren	288	
18.4.1	Unbestimmtes Integral	288	
18.4.2	Bestimmtes Integral	290	
18.4.3	Mittelwerte	291	
18.5	Funktionen mit komplexen Größen	292	
18.5.1	Zahlen in der komplexen Zahlenebene	292	
18.5.2	Grundrechenarten mit komplexen Zahlen	293	
18.5.3	Widerstand und Leitwert in der komplexen Ebene	294	
18.5.4	Komplexe Berechnung von Wechselstromschaltungen	295	
18.5.5	Leistungsberechnung in Wechselstromschaltungen	296	
18.6	Reihen.	297	
18.6.1	Arithmetische Reihe	297	
18.6.2	Geometrische Reihe	297	
18.7	Zuverlässigkeit von Bauelementen und Schaltungen	298	
Anhang			
Kurzlösungen zu den Aufgaben im Buch		299	
Wichtige Größen und Einheiten		346	
Mathematische Begriffe und Basiseinheiten		347	
Wichtige Normen		348	
Formelzeichen und ihre Bedeutung		349	
Indizes, Zeichen und ihre Bedeutung		350	
Vorsätze, Größen und Einheiten der IT-Technik		351	
Sachwortverzeichnis		354	