

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik	1
1.1 Physikalische Größen	1
1.1.1 Die Schreibweise von Gleichungen	2
1.1.2 Ursachen und Wirkungen der Elektrizität	3
1.1.3 Wirkungen der Elektrizität	5
1.2 Grundlagen der Gleichstromtechnik	5
1.2.1 Der elektrische Stromkreis	5
1.2.2 Spannung und Potential	6
1.2.3 Elektrischer Widerstand und Leitwert	6
1.2.4 Die Kirchhoff'schen Sätze	7
1.2.5 Die Zusammenschaltung von Widerständen	10
1.2.6 Zweipolquellen	11
1.3 Leistung und Arbeit bei Gleichstrom	13
1.3.1 Der Wirkungsgrad	14
1.3.2 Die Leistungsanpassung	14
1.4 Die Berechnung einfacher Gleichstromkreise	15
1.4.1 Messung von Strom und Spannung	15
1.4.2 Der Spannungsteiler	16
1.4.3 Die Stromteilung	17
1.4.4 Die Wheatstone'sche Brücke	18
1.4.5 Die Stern-Dreieck-Transformation	18
1.4.6 Analysemethoden für Gleichstromnetzwerke	20
1.4.7 Einfache nichtlineare Netzwerke	26

1.5	Grundlagen der Wechselstromtechnik	27
1.5.1	Einführung in die Wechselgrößen	27
1.5.2	Das Bauelement Kondensator	28
1.5.3	Das Bauelement Spule	33
1.6	Die komplexe Rechnung in der Wechselstromtechnik	34
1.6.1	Komplexe Zahlen	34
1.6.2	Effektivwerte	36
1.6.3	Komplexe Wechselstromgrößen	37
1.6.4	Der komplexe Widerstand	40
1.7	Schaltungen in der Wechselstromtechnik	41
1.7.1	Zusammenschaltungen komplexer Widerstände	41
1.7.2	Übertragungsfunktion und Dämpfung von Filterschaltungen	46
1.8	Die Leistung bei Wechselstrom	52
1.8.1	Wirk- Blind- und Scheinleistung	52
1.8.2	Leistungsanpassung bei Wechselstrom	55
1.9	Zweiterschaltungen	56
1.9.1	Das Zweitor	56
1.9.2	Die Impedanzmatrix	57
1.9.3	Die Kettenmatrix	58
1.10	Beispiele wichtiger Zweitore	62
1.10.1	Der Übertrager	62
1.10.2	Die Leitung	66
1.10.3	Schaltungen mit Verstärkern	68
1.11	Elektronische Bauelemente	75
1.11.1	Halbleiter	75
1.11.2	Die Diode	76
1.11.3	Der Transistor	77
1.12	Elektronische Schaltungen	79
1.12.1	Kleinsignal-Transistorverstärker	80
1.12.2	UND-Schaltung bei positiver Logik	83
1.12.3	ODER-Schaltung bei positiver Logik	84

1.12.4	Addierschaltung	85
1.12.5	D/A-Umsetzer mit gestaffelten Widerständen	85
1.12.6	D/A-Umsetzer mit einem R/2R Abzweignetzwerk	86
1.13	Aufgaben und Lösungen	88
1.13.1	Aufgaben und Lösungen zur Gleichstromtechnik	88
1.13.2	Aufgaben und Lösungen zur Wechselstromtechnik	91
2	Grundlagen der Digitaltechnik	99
2.1	Analoge und digitale Darstellung	99
2.1.1	Zahlensysteme und Zahlencodes	100
2.1.2	Polyadische Zahlensysteme	101
2.1.3	Umwandlung von Zahlen bei unterschiedlichen Basen	102
2.1.4	Rechnen im Dualsystem	104
2.1.5	Darstellung negativer Zahlen im Dualsystem	105
2.1.6	Binäre Codes zur Zahlendarstellung	106
2.1.7	Der ASCII-Code	107
2.2	Schaltalgebra	108
2.2.1	Grundfunktionen	109
2.2.2	Das De Morgan'sche Theorem	110
2.2.3	Vereinfachungsregeln	110
2.2.4	Verknüpfungstabellen und Schaltsymbole der Grundfunktionen	111
2.2.5	Kaskadieren der Grundfunktionen	112
2.2.6	Vorrangregeln	114
2.2.7	Normal- und Minimalformen	114
2.2.8	Minimierung der Schaltfunktion – KV-Tafeln für DMF	116
2.2.9	KV-Tafeln mit mehreren Variablen	117
2.2.10	Redundanzen und Schaltungen mit Multioutput	120
2.3	Häufig benötigte Schaltwerke	123
2.3.1	Komparatoren $\iff A = B, A < B, A > B$	123
2.3.2	Code-Umsetzer	124
2.3.3	Multiplexer	124
2.3.4	Demultiplexer	126

2.3.5	Der Halbaddierer	127
2.3.6	Der Volladdierer	128
2.4	Schaltungssynthese	131
2.4.1	Multiplexer	131
2.4.2	Read Only Memorys	132
2.4.3	Schaltnetze und Schaltwerke	133
2.5	Die Flipflops	136
2.5.1	Das Basis-Flipflop	137
2.5.2	RS-Flipflop mit Setzvorrang	139
2.5.3	Taktzustandsgesteuerte Einspeicherflipflops	140
2.5.4	D-Flipflops	141
2.5.5	Taktzustandsgesteuerte Zweispeicher-FF	142
2.5.6	JK-Flipflops	143
2.5.7	Taktflankengesteuerte Flipflops	143
2.5.8	Tabelle der wichtigsten Flipflops	145
2.5.9	Anwendungen von Flipflops – Synchrone Zähler	146
2.5.10	Puffer- und Schieberegister	150
2.5.11	Rückgekoppelte Schieberegister	153
2.6	Abhängigkeitsnotation	154
2.6.1	G-Abhängigkeit	154
2.6.2	V-Abhängigkeit	154
2.6.3	N-Abhängigkeit	155
2.6.4	Z-Abhängigkeit	155
2.6.5	C-Abhängigkeit	155
2.6.6	S- und R-Abhängigkeit	156
2.6.7	EN-Abhängigkeit	156
2.6.8	A-Abhängigkeit	157
2.6.9	M-Abhängigkeit	157
2.6.10	Übersicht	158
2.7	Aufgaben zur Digitaltechnik	159
2.7.1	Grundlagen - Zahlensysteme - Schaltalgebra	159
2.7.2	Analyse von Schaltnetzen und Minimierung	163
2.7.3	Synthese von Schaltungen	165
2.7.4	Flipflops und synchrone Zähler	170
2.7.5	Register und Schieberegister	175

3 Einführung in die Systemtheorie	177
3.1 Klassifizierung von Signalen im Zeitbereich	177
3.2 Die Einteilung der Signale	178
3.2.1 Zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Signale	179
3.2.2 Signale mit endlicher Energie	180
3.2.3 Signale mit endlicher Leistung	183
3.3 Elementarsignale	185
3.3.1 Dirac- und Einheitsimpuls	185
3.3.2 Die Sprungfunktion und die Sprungfolge	187
3.3.3 Sinusförmige Signale	190
3.4 Grundlagen zeitkontinuierlicher Systeme	191
3.4.1 Systemeigenschaften	191
3.4.2 Das Faltungsintegral	193
3.4.3 Beispiele zur Auswertung des Faltungsintegrals	194
3.4.4 Die Übertragungs- und Systemfunktion	197
3.5 Grundlagen zeitdiskreter Systeme	199
3.5.1 Systemeigenschaften und die Faltungssumme	200
3.5.2 Die Übertragungs- und die Systemfunktion	201
3.5.3 Die Beschreibung zeitdiskreter Systeme durch Differenzgleichungen	204
3.6 Beschreibung von Signalen im Frequenzbereich	206
3.6.1 Die Fourier-Transformation	206
3.6.2 Die Grundgleichungen der Fourier-Transformation	207
3.6.3 Darstellungsarten für Fourier-Transformierte	208
3.6.4 Wichtige Eigenschaften der Fourier-Transformation	209
3.7 Fourier-Transformierte einiger Leistungs- und Energiesignale	212
3.7.1 Der Dirac-Impuls und das Gleichsignal	213
3.7.2 Der Zusammenhang von Fourier-Reihen und dem Spektrum	214
3.7.3 Rechteck- und die Spaltfunktion	217
3.7.4 Der Gaußimpuls	218
3.8 Bandbegrenzte Signale	218
3.8.1 Impuls- und Bandbreite	219

3.8.2	Abtasttheorem für bandbegrenzte Signale	220
3.9	Die Laplace-Transformation	222
3.9.1	Die Grundgleichungen und einführende Beispiele	223
3.9.2	Zusammenstellung von Eigenschaften der Laplace-Transformation	225
3.9.3	Rationale Laplace-Transformierte	226
3.9.4	Die Rücktransformation bei einfachen Polstellen	226
3.9.5	Die Rücktransformation bei mehrfachen Polen	227
3.10	Diskrete Transformationen	229
3.10.1	Die Grundgleichungen der zeitdiskreten Fourier-Transformation	229
3.10.2	Der Zusammenhang zu den Spektren kontinuierlicher Signale	231
3.10.3	Eigenschaften der zeitdiskreten Fourier-Transformation	233
3.10.4	Grundgleichungen der diskreten Fourier-Transformation (DFT)	234
3.10.5	Einige Eigenschaften der diskreten Fourier-Transformation	236
3.10.6	Die Grundgleichungen der z-Transformation	237
3.10.7	Zusammenstellung von Eigenschaften der z-Transformation	238
3.10.8	Rationale z-Transformierte	239
3.11	Die Beschreibung der Systeme im Frequenzbereich	240
3.11.1	Berechnung von Systemreaktionen im Frequenzbereich	240
3.11.2	Die Übertragungs- und die Systemfunktion zeitdiskreter Systeme	243
3.11.3	Berechnung der Systemreaktion mit der z-Transformation	244
3.11.4	Verzerrungsfreie Übertragung	245
3.11.5	Der ideale Tiefpass	246
3.11.6	Der ideale Bandpass	250
3.11.7	Gruppen- und Phasenlaufzeit	251
3.11.8	Allgemeine Bandpasssysteme	253
3.11.9	Bandpassreaktionen auf amplitudenmodulierte Eingangssignale	257
3.11.10	Das äquivalente Tiefpasssystem	258
3.12	Die Übertragung zeitdiskreter Signale	259
3.12.1	Die Übertragungsbedingungen	259
3.12.2	Die 1. Nyquistbedingung im Zeitbereich	261
3.12.3	Augendiagramme und das 2. Nyquistkriterium	263

3.13	Aufgaben zur Systemtheorie	266
3.13.1	Einführende Aufgaben in die Systemtheorie	266
3.13.2	Elementare Signale	268
3.13.3	Zeitkontinuierliche Systeme	269
3.13.4	Zeitdiskrete Systeme	273
3.13.5	Tiefpasssysteme	275
3.14	Korrespondenzen der Transformationen	276
4	Informationstheorie und Quellencodierung	279
4.1	Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung	281
4.1.1	Annahmen und Voraussetzungen	281
4.1.2	Die axiomatische Definition der Wahrscheinlichkeit	282
4.1.3	Relative Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit	283
4.1.4	Das Additionsgesetz	285
4.1.5	Das Multiplikationsgesetz	286
4.1.6	Bedingte Wahrscheinlichkeiten	286
4.1.7	Verteilungs- und Dichtefunktion diskreter Zufallsgrößen	288
4.1.8	Verteilungs- und Dichtefunktion kontinuierlicher Zufallsgrößen	290
4.1.9	Erwartungswerte – Mittelwert und Streuung	292
4.2	Grundmodell einer Informationsübertragung	293
4.2.1	Diskrete Informationsquellen	294
4.2.2	Der Entscheidungsgehalt	295
4.2.3	Der mittlere Informationsgehalt – die Entropie	298
4.2.4	Eigenschaften der Entropie	300
4.3	Verbundquellen	301
4.3.1	Bedingte Entropien	303
4.3.2	Die Markhoff'sche Entropie	305
4.4	Diskretes Informationsübertragungsmodell	308
4.4.1	Entropien diskreter Übertragungskanäle	309
4.4.2	Transinformation und Informationsfluss	310
4.4.3	Die Kanalkapazität	312
4.5	Übertragungskanäle	313

4.5.1	Der symmetrische Binärkanal	313
4.5.2	Der symmetrische Kanal mit n Zeichen	315
4.5.3	Die Transinformation bei unsymmetrischer Störung	318
4.5.4	Beispiele von Übertragungskanälen	319
4.6	Quellcodierung mit Optimalcodes	323
4.6.1	Problematik der Codierverfahren	323
4.6.2	Konstruktionsverfahren für Optimalcodes	326
4.6.3	Quellcodierung nach Shannon	327
4.6.4	Quellcodierung nach der Methode von Fano	329
4.6.5	Quellcodierung nach Huffman	332
4.7	Aufgaben zur Informationstheorie und Quellencodierung	335
4.7.1	Diskrete Informationsquellen	335
4.7.2	Diskrete Übertragungskanäle	339
4.7.3	Quellcodierung und Optimalcodes	343
5	Codierung für zuverlässige digitale Übertragung	347
5.1	Grundbegriffe und Codebeispiele	348
5.1.1	Aufbau eines Codewortes	349
5.1.2	Fehlervektor und Empfangsvektor	349
5.1.3	Der Repetition Code	350
5.1.4	Ein Parity-Check Bit	350
5.1.5	Prüfsummen-codes – ein einfacher Blockcode	351
5.1.6	Generatormatrix und Prüfmatrix	355
5.1.7	Korrekturfähigkeit linearer Blockcodes	356
5.1.8	Berechnung der Fehlerwahrscheinlichkeit	357
5.2	Lineare Codes	360
5.2.1	Mindestdistanz und Mindestgewicht eines Codes	360
5.2.2	Fehlererkennungs- und Fehlerkorrekturfähigkeit	363
5.2.3	Gewichtsverteilung linearer Codes	364
5.2.4	Schranken für lineare Codes	366
5.2.5	Perfekte Codes	367
5.2.6	Der Duale Code	368

5.2.7	Längenänderungen linearer Codes	369
5.2.8	Syndrom und Fehlerkorrektur	370
5.2.9	Hamming-Codes	372
5.2.10	Prüfmatrix und Generatormatrix	373
5.2.11	Der Simplex-Code	376
5.2.12	MacWilliams-Identität	377
5.3	Zyklische Codes	379
5.3.1	Das Generatorpolynom zyklischer Codes	381
5.3.2	Unsystematische Codierung	382
5.3.3	Systematische Codierung	383
5.3.4	Generatormatrix und Prüfmatrix zyklischer Codes	384
5.3.5	Distanz in Generatormatrix und Prüfmatrix	388
5.3.6	Rechenoperationen mit Schieberegistern	389
5.4	Codierung und Decodierung von zyklischen Codes	393
5.4.1	Syndromberechnung bei zyklischen Codes	394
5.4.2	Decodierung von zyklischen Codes	396
5.4.3	Decodierung eines zweifehlerkorrigierenden Codes	399
5.4.4	Kürzen von zyklischen Codes	401
5.4.5	Generatormatrix und Prüfmatrix verkürzter Codes	402
5.4.6	Decodierung verkürzter Codes	403
5.4.7	Decodierung durch Error Trapping	406
5.4.8	Die Golay Codes	412
5.5	Aufgaben und Lösungen zur Kanalcodierung	414
5.5.1	Einführende Aufgaben	414
5.5.2	Lineare und zyklische Codes	422
Literaturverzeichnis		426
Sachwortverzeichnis		429