

Inhalt

4	Entwurf linearer Systeme	13
4.1	Lineare Mehrtore	13
4.1.1	Die Widerstands- und die Leitwertmatrix	14
4.1.2	Die Knotenleitwertmatrix des Zweipolnetzwerkes	19
4.1.3	Die geränderte Leitwertmatrix	21
4.1.4	Die Parallelschaltung von $(n + 1)$ -Polen	23
4.1.5	Die Torzahlreduktion der Knotenleitwertmatrix	26
4.2	Lineare Zweitore	30
4.2.1	Die Zweitormatrizen	31
4.2.2	Die Zusammenschaltung von Zweitoren	35
4.2.3	Der Übertrager als Zweitor	39
4.2.4	Passive Zweitore	43
4.2.5	Zweitore mit gesteuerten Quellen	48
4.2.6	Die Wellenparameter des Zweitores	55
4.2.7	Die Betriebsparameter des Zweitores	58
4.3	<i>RLC</i> -passive Realisierungen	62
4.3.1	Normierung und Realisierungsbedingungen	63
4.3.2	Reaktanzfunktionen	65
4.3.3	Synthese von Zweipolfunktionen	69
4.3.4	Synthese von H_B durch ein längssymmetrisches Zweitor .	72
4.3.5	Synthese von A_B durch ein Reaktanzzweitor	76
4.4	Approximationen	79
4.4.1	Die Approximation normierter Tiefpässe	79
4.4.2	Der normierte Butterworth-Tiefpaß	82
4.4.3	Der normierte Tschebyscheff-Tiefpaß	85
4.4.4	Frequenztransformationen durch Reaktanzfunktionen . .	90
4.5	<i>RC</i> -aktive Realisierungen	92
4.5.1	Die Stabilitätsbedingungen	94
4.5.2	Synthese durch Erweiterung der Leitwertmatrix	97

4.5.3	Realisierung einer Zweipolfunktion	104
4.5.4	Nachbildung eines <i>RLC</i> -Netzwerkes	105
4.6	Zeitdiskrete Realisierungen	107
4.6.1	Wahl der Abtastfrequenz	108
4.6.2	Entwurf rekursiver Systeme	109
4.6.3	Entwurf nichtrekursiver Systeme	118
4.7	Aufgaben zu Kapitel 4	129
5	Übertragungsleitungen und Entzerrer	138
5.1	Die Leitungsgleichungen	138
5.1.1	Der verlustfreie Fall	139
5.1.2	Der verlustbehaftete Fall	143
5.1.3	Die komplexen Leitungsparameter	144
5.2	Die Betriebseigenschaften der Leitung	147
5.2.1	Die Transformationseigenschaften	147
5.2.2	Die Übertragungseigenschaften	149
5.3	Das Einschwingverhalten der Leitung	152
5.3.1	Einseitige Anpassung und Impulsfahrplan	152
5.3.2	Beidseitige Fehlempassung (analytische Darstellung)	154
5.4	Mehrleitersysteme (Nebensprechen)	156
5.4.1	Herleitung der Leitungsgleichungen	156
5.4.2	Gleich- und Gegentaktkomponenten	159
5.4.3	Nebensprechen zweier benachbarter Leitungen	162
5.5	Entzerrung linearer Signalverzerrungen	166
5.5.1	Der Echoentzerrer	167
5.5.2	Der adaptive Entzerrer	171
5.6	Aufgaben zu Kapitel 5	175
6	Modulation und Codierung	180
6.1	Kontinuierliche Modulation und Tastung	181
6.1.1	Grundsätzliche Verfahren	182
6.1.2	Allgemeine Darstellung	184
6.2	Amplitudenmodulation (AM)	184
6.2.1	Zweiseitenband-AM	185
6.2.2	Einseitenband-AM	187

6.2.3	Demodulation von AM-Signalen	190
6.2.4	Frequenzmultiplex-Übertragung	192
6.3	Winkelmodulation	193
6.3.1	Frequenzmodulation (FM)	194
6.3.2	Spektrum der FM	195
6.3.3	Demodulation von FM-Signalen	198
6.3.4	Phasenmodulation	200
6.4	Störverhalten der modulierten Signalübertragung	201
6.4.1	Schmalbandrauschen	202
6.4.2	Störabstände bei AM	203
6.4.3	Störabstände bei FM	204
6.4.4	Informationstheoretische Beurteilung	207
6.5	Pulsmodulation	208
6.5.1	Grundsätzliche Verfahren	209
6.5.2	Zeitmultiplex-Übertragung	210
6.5.3	Pulscodemodulation (PCM)	211
6.5.4	Quantisierungsrauschen	214
6.5.5	Deltamodulation	217
6.6	Störverhalten der codierten Signalübertragung	220
6.6.1	Fehlerwahrscheinlichkeit gestörter Binärsignale	220
6.6.2	Übertragung von Binärsignalfolgen	224
6.6.3	Störabstände bei PCM	227
6.6.4	Quarternäre Phasenumtastung	230
6.7	Aufgaben zu Kapitel 6	232
7	Optische Nachrichtenübertragung	239
7.1	Grundkomponente 1: Lichtwellenleiter	241
7.1.1	Physikalische Grundlagen der Lichtleitung	241
7.1.2	Einfacher Schichtwellenleiter	248
7.1.3	Dielektrischer Schichtwellenleiter	256
7.1.4	Zylindrischer dielektrischer Wellenleiter	261
7.1.5	Herstellung von optischen Fasern	269
7.1.6	Planare Lichtwellenleiter	271
7.1.7	Übertragungseigenschaften I: Dämpfung	273
7.1.8	Übertragungseigenschaften II: Dispersion	278
7.2	Grundkomponente 2: Lichtquellen	292

7.2.1	Emission und Absorption von Licht	292
7.2.2	Halbleiter für die optische Nachrichtentechnik	295
7.2.3	Lumineszenzdiode (LED)	296
7.2.4	Laserdioden	302
7.2.5	Vergleichende Zusammenfassung	309
7.3	Grundkomponente 3: Detektoren	310
7.3.1	Funktionsprinzip	310
7.3.2	Empfindlichkeit	311
7.3.3	Betriebsarten	313
7.3.4	Detektortypen und Eigenschaften	315
7.3.5	Vergleichende Zusammenfassung	319
7.4	Kopplung der Grundkomponenten	319
7.4.1	Grundsätzliche Betrachtungen	319
7.4.2	Kopplung Lichtquelle – LWL	321
7.4.3	Kopplung LWL – Detektor	324
7.4.4	Kopplung LWL – LWL	324
7.5	Optische Nachrichtensysteme	330
7.5.1	Systemgrößen	330
7.5.2	Optischer Sender	331
7.5.3	Optischer Empfänger	333
7.5.4	Systemdämpfung	334
7.5.5	Systembandbreite	338
7.5.6	Punkt-zu-Punkt-Verbindungen	339
7.5.7	Netzwerke	344
7.5.8	Kohärente Systeme	346
7.5.9	Entwicklungstendenzen	348
7.6	Aufgaben zu Kapitel 7	349
8	Simulation nichtlinearer Systeme	353
8.1	Netzwerkelemente und -topologie	353
8.1.1	Ein Beispiel zur Netzwerktopologie	354
8.1.2	Die topologischen Netzwerkgleichungen	357
8.1.3	Berechnung der unbekannten Netzwerkgrößen	359
8.2	Die erweiterte Zustandsbeschreibung	362
8.2.1	Die Zustandsgleichungen nichtlinearer Systeme	362
8.2.2	Einbeziehung verzerrungsfreier Leitungen	364

8.2.3	Ein erläuterndes Beispiel	367
8.3	Transientanalyse	371
8.3.1	Numerische Integration und Zeitdiskretisierung	371
8.3.2	Iterative Lösung des nichtlinearen Gleichungssystems	373
8.3.3	Schrittweitensteuerung und Abbruchkriterien	378
8.4	Gleich- und lineare Wechselstromanalyse	383
8.4.1	Arbeitspunktberechnung	383
8.4.2	Linearisierung um den Arbeitspunkt	386
8.4.3	Transformation in den Frequenzbereich	387
8.4.4	Ein erläuterndes Beispiel	389
8.5	Modellbildung	391
8.5.1	Weitere Netzwerkelemente	391
8.5.2	Diskrete Halbleiter	395
8.5.3	Makromodellierung	406
8.5.4	Mehrleitersysteme	411
8.6	Simulationsbeispiele	414
8.6.1	Aktiver <i>RC</i> -Bandpaß	415
8.6.2	Antiparalleles Nebensprechen	416
8.6.3	Phase-Locked-Loop	419
8.7	Aufgaben zu Kapitel 8	422
Anhang		426
A.1	Umrechnungsformeln der Zweitormatrizen	426
A.2	Frequenztransformationen	427
A.3	Entnormierung der Bauelemente	428
A.4	Allpaßtransformationen	429
A.5	Bessel-Funktionen 1. Art der Ordnung n	429
A.6	Grundlagen elektromagnetischer Wellen	430
A.6.1	Mathematische Grundlagen	430
A.6.2	Physikalische Grundlagen	431
A.6.3	Wellengleichung	431
A.7	Ausbreitungsgeschwindigkeiten elektromagnetischer Wellen	432
A.7.1	Ausbreitung monochromatischer Wellen	432

A.7.2	Fourier-Zerlegung	433
A.7.3	Signalübertragung	435
A.7.4	Überlagerung von Wellen unterschiedlicher Frequenz: Schwebung	435
A.8	Halbleiter-Grundlagen	438
A.8.1	Bändermodell	438
A.8.2	Besetzungsdichte	440
A.8.3	Materialien	441
A.8.4	Der p-n-Übergang	442
A.9	Laser-Grundlagen	444
A.10	Ergebnisse zu den Aufgaben	447
	Literaturverzeichnis	466
	Sachverzeichnis	469