

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Hinweise zum Gebrauch des Buches	VIII
1 Einführungsbeispiele und grundlegende Begriffe	1
1.1 Fallbeispiele aus der Praxis	1
1.2 Der Signalbegriff	16
1.3 Der Systembegriff	23
1.3.1 Lineare Systeme	25
1.3.2 Nichtlineare Systeme	27
1.4 Übungsaufgaben	31
2 Analoge Signale und Systeme	33
2.1 Einführungsbeispiele	33
2.2 Grundlegende Systemeigenschaften	37
2.2.1 Übungsaufgaben	43
2.3 Signale und LTI-Systeme im Zeitbereich	45
2.3.1 Darstellung mit Differentialgleichungen	45
2.3.2 Zustandsraumdarstellung	49
2.3.3 Darstellung mit Signalflussdiagrammen	60
2.3.4 Darstellung mittels Impuls- und Sprungantwort	62
2.3.5 Übungsaufgaben	88
2.4 Signale und LTI-Systeme im Bildbereich	96
2.4.1 Laplace-Transformation und Bildbereich	98
2.4.2 Beschreibung von LTI-Systemen im Bildbereich	107
2.4.3 Transformation von Differentialgleichungen	122
2.4.4 BIBO-Stabilität	125
2.4.5 Zustandsraumdarstellung im Bildbereich	127
2.4.6 Signalflussdiagramme und Simulink-Simulationen ...	134
2.4.7 Übungsaufgaben	135
2.5 Signale und LTI-Systeme im Frequenzbereich	140
2.5.1 Die zeitkontinuierliche Fouriertransformation	143
2.5.2 Zeitfensterung und Bandbegrenzung	162
2.5.3 LTI-Systeme im Frequenzbereich	168
2.5.4 Fourierreihenentwicklung periodischer Signale	171
2.5.5 Der Zusammenhang zwischen zeitkontinuierlichen Fouriertransformation und Fourierreihenentwicklung.	176

2.5.6	Übungsaufgaben	179
2.6	Übertragungseigenschaften analoger LTI-Systeme und Filterentwurf	186
2.6.1	Filterklassen	187
2.6.2	Filterkennwerte	190
2.6.3	Entwurf realisierbarer Tiefpässe	193
2.6.4	Entwurf von Butterworth-Tiefpassfiltern	196
2.6.5	Filterentwurf mit MATLAB	204
2.6.6	Übungsaufgaben	209
3	Abtastung und Digitalisierung	213
3.1	Der Abtastvorgang	213
3.1.1	Anordnung zur Digitalen Signalverarbeitung	214
3.1.2	Systemtheoretische Beschreibung des Abtastvorgangs	215
3.1.3	Das Spektrum eines abgetasteten Signals	216
3.1.4	Rekonstruktion im Zeitbereich	223
3.2	Das Abtasttheorem	226
3.2.1	Übungsaufgaben	232
4	Digitale Signale und Systeme	237
4.1	Einführungsbeispiele	237
4.1.1	Übungsaufgaben	245
4.2	Grundlegende Systemeigenschaften	245
4.2.1	Übungsaufgaben	250
4.3	Signale und LTI-Systeme im Zeitbereich	251
4.3.1	Darstellung mit Differenzengleichungen	251
4.3.2	Zustandsraumdarstellung	252
4.3.3	Darstellung mit Signalflussdiagrammen	255
4.3.4	Darstellung mittels Impuls- und Sprungantwort	256
4.3.5	Übungsaufgaben	267
4.4	Signale und LTI-Systeme im Bildbereich	269
4.4.1	Z-Transformation und Bildbereich	270
4.4.2	Beschreibung von digitalen LTI-Systemen im Bildbereich	280
4.4.3	Transformation von Differenzengleichungen	291
4.4.4	BIBO-Stabilität	293
4.4.5	Zustandsraumdarstellung im Bildbereich	297
4.4.6	Signalflussdiagramme und Simulink-Simulationen ...	302
4.4.7	Übungsaufgaben	302
4.5	Digitale Signale und LTI-Systeme im Frequenzbereich	308

4.5.1	Die zeitdiskrete Fouriertransformation (DTFT)	311
4.5.2	Der Zusammenhang zwischen DTFT und FT	318
4.5.3	Die diskrete Fouriertransformation (DFT)	320
4.5.4	Die schnelle Fouriertransformation (FFT)	337
4.5.5	Fourierspektren und DFT-Spektren	341
4.5.6	Spezielle DFT/FFT-Techniken	358
4.5.7	Digitale LTI-Systeme im Frequenzbereich	364
4.5.8	Übungsaufgaben	369
4.6	Übertragungseigenschaften digitaler LTI-Systeme und Filterentwurf	374
4.6.1	Filterklassen und Filterkennwerte	374
4.6.2	Entwurf von digitalen Tiefpässen	375
4.6.3	Filterentwurf mit MATLAB	389
4.6.4	Übungsaufgaben	393
5	LTI-Systeme und Stochastische Signale	399
5.1	Stochastische Signale	400
5.1.1	Der Begriff des stochastischen Prozesses	400
5.1.2	Stationäre stochastische Prozesse	404
5.1.3	Ergodische stochastische Prozesse	409
5.1.4	Berechnung von Prozesskennwerten mit MATLAB	412
5.1.5	Übungsaufgaben	423
5.2	Das Leistungsdichtespektrum	427
5.2.1	Korrelation und Leistungsdichte	427
5.2.2	Beispiele für Leistungsdichtespektren	432
5.2.3	Überlagerung stochastischer und deterministischer Signale	447
5.2.4	Übungsaufgaben	451
5.3	LTI-Systeme bei stochastischer Erregung	453
5.3.1	Das Wiener-Lee-Theorem	453
5.3.2	Systemidentifikation	457
5.3.3	Formfilter	460
5.3.4	Übungsaufgaben	465
5.4	Berechnung des Leistungsdichtespektrums	466
5.4.1	Das Wiener-Khintchine-Theorem	466
5.4.2	DFT/FFT-gestützte Schätzung des Leistungsdichtespektrums	467
5.4.3	Schätzung des Leistungsdichtespektrums mit MATLAB	472
5.4.4	Übungsaufgaben	475

5.5	Experimente, Beispiele, exemplarische praktische Anwendungen	477
5.5.1	Spektralanalyse eines Wasserstrahl-Geräuschs	478
5.5.2	Bestimmung eines Signal-Rausch-Abstandes	482
5.5.3	Quantisierungsrauschen eines ADU	490
5.5.4	Experimentelle Bestimmung der effektiven Auflösung eines ADU	493
5.5.5	Laufzeitmessung mittels Korrelation	498
5.5.6	Berührungsfreie Messung der Rotationsgeschwindigkeit einer rotierenden Scheibe mittels Korrelation optischer Sensorsignale ...	501
5.5.7	Entfernungsmessung mittels Korrelation akustischer Laufzeitsignale	509
5.5.8	Untersuchung eines Ventilators mittels Spektralanalyse des Rotorgeräusches	513
5.5.9	Systemidentifikation eines realen RC-Tiefpasses	519
5.5.10	Akustische Füllstandsmessung mit dem Helmholtz-Resonator auf Basis einer Spektralanalyse	524
5.5.11	Fahrbahnunebenheits-Simulation mittels Formfilter ung. .	531
5.5.12	Übungsaufgaben	539
A	Mathematische Grundlagen	543
A.1	Lineare Differentialgleichungen 1. Ordnung mit konstanten Koeffizienten	543
A.2	Systeme linearer Differentialgleichungen 1. Ordnung mit konstanten Koeffizienten	543
A.3	Jordan'sche Normalform	545
A.4	Berechnung der Transitionsmatrix	546
A.5	Distributionen	548
A.6	Lineare Differenzengleichungen 1. Ordnung mit konstanten Koeffizienten	553
A.7	Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung	553
A.8	Energiedichtespektrum	560
B	Symbole und Formelzeichen	563
C	Tabellen	565
C.1	Tabelle der Laplace-und Z-Transformationen	565
C.2	Filterentwurfs(kurz)tabellen analoger und digitaler Filter	567
	Literaturverzeichnis	569

Begleitsoftwareverzeichnis des Lehrbuchs	572
Begleitsoftwareverzeichnis des Lösungsbandes	574
Verzeichnis der verwendeten MATLAB-Funktionen	576
Stichwortverzeichnis	577