

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	v
Vorwort zur 2. Auflage	IX
Hinweise zum Gebrauch des Buches	XI
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	89
2.4 Signale und LTI-Systeme im Bildbereich	97
2.4.1 Laplace-Transformation und Bildbereich	99
2.4.2 Beschreibung von LTI-Systemen im Bildbereich	108
2.4.3 Transformation von Differentialgleichungen	124
2.4.4 BIBO-Stabilität	128
2.4.5 Zustandsraumdarstellung im Bildbereich	130
2.4.6 Signalflussdiagramme und Simulink-Simulationen ..	137
2.4.7 Übungsaufgaben	137
2.5 Signale und LTI-Systeme im Frequenzbereich	142
2.5.1 Die zeitkontinuierliche Fourier-Transformation	145
2.5.2 Zeitfensterung und Bandbegrenzung	165
2.5.3 LTI-Systeme im Frequenzbereich	171
2.5.4 Fourier-Reihenentwicklung periodischer Signale ..	175

2.5.5	Der Zusammenhang zwischen zeitkontinuierlicher Fourier-Transformation und Fourier-Reihenentwicklung	179
2.5.6	Übungsaufgaben	182
2.6	Übertragungseigenschaften analoger LTI-Systeme und Filterentwurf	189
2.6.1	Filterklassen	190
2.6.2	Filterkennwerte	193
2.6.3	Entwurf realisierbarer Tiefpässe	196
2.6.4	Entwurf von Butterworth-Tiefpassfiltern	199
2.6.5	Filterentwurf mit MATLAB	207
2.6.6	Übungsaufgaben	211
3	Abtastung und Digitalisierung	215
3.1	Der Abtastvorgang	215
3.1.1	Anordnung zur Digitalen Signalverarbeitung	216
3.1.2	Systemtheoretische Beschreibung des Abtastvorgangs	217
3.1.3	Das Spektrum eines abgetasteten Signals	218
3.1.4	Rekonstruktion im Zeitbereich	224
3.2	Das Abtasttheorem	228
3.2.1	Übungsaufgaben	234
4	Digitale Signale und Systeme	239
4.1	Einführungsbeispiele	239
4.1.1	Übungsaufgaben	246
4.2	Grundlegende Systemeigenschaften	247
4.2.1	Übungsaufgaben	252
4.3	Signale und LTI-Systeme im Zeitbereich	253
4.3.1	Darstellung mit Differenzengleichungen	253
4.3.2	Zustandsraumdarstellung	254
4.3.3	Darstellung mit Signalflussdiagrammen	257
4.3.4	Darstellung mittels Impuls- und Sprungantwort	258
4.3.5	Übungsaufgaben	269
4.4	Signale und LTI-Systeme im Bildbereich	270
4.4.1	Z-Transformation und Bildbereich	272
4.4.2	Beschreibung von digitalen LTI-Systemen im Bildbereich	280
4.4.3	Transformation von Differenzengleichungen	292
4.4.4	BIBO-Stabilität	294
4.4.5	Zustandsraumdarstellung im Bildbereich	299

4.4.6	Signalflussdiagramme und Simulink-Simulationen	304
4.4.7	Übungsaufgaben	304
4.5	Digitale Signale und LTI-Systeme im Frequenzbereich	310
4.5.1	Die zeitdiskrete Fourier-Transformation (DTFT)	313
4.5.2	Der Zusammenhang zwischen DTFT und FT	319
4.5.3	Die diskrete Fourier-Transformation (DFT)	321
4.5.4	Die schnelle Fourier-Transformation (FFT)	339
4.5.5	Fourier-Spektren und DFT-Spektren	343
4.5.6	Spezielle DFT/FFT-Techniken	360
4.5.7	Digitale LTI-Systeme im Frequenzbereich	365
4.5.8	Übungsaufgaben	370
4.6	Übertragungseigenschaften digitaler LTI-Systeme und Filterentwurf	375
4.6.1	Filterklassen und Filterkennwerte	375
4.6.2	Entwurf von digitalen Tiefpassen	376
4.6.3	Filterentwurf mit MATLAB	390
4.6.4	Übungsaufgaben	395
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	446
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	456
5.3.3	Formfilter	459
5.3.4	Übungsaufgaben	465
5.4	Berechnung des Leistungsdichtespektrums	465
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	471
5.4.4	Übungsaufgaben	475
5.5	Experimente, Beispiele, exemplarische praktische Anwendungen	477
5.5.1	Spektralanalyse eines Wasserstrahl-Geräusches	477
5.5.2	Bestimmung eines Signal-Rausch-Abstandes	481
5.5.3	Quantisierungsrauschen eines ADU	489
5.5.4	Experimentelle Bestimmung der effektiven Auflösung eines ADU	492
5.5.5	Laufzeitmessung mittels Korrelation	497
5.5.6	Berührungsreie Messung der Rotationsgeschwindigkeit einer rotierenden Scheibe mittels Korrelation optischer Sensorsignale ..	500
5.5.7	Entfernungsmessung mittels Korrelation akustischer Laufzeitsignale	507
5.5.8	Untersuchung eines Ventilators mittels Spektralanalyse des Rotorgeräusches	512
5.5.9	Systemidentifikation eines realen RC-Tiefpasses	517
5.5.10	Akustische Füllstandsmessung mit dem Helmholtz-Resonator auf Basis einer Spektralanalyse ..	523
5.5.11	Fahrbahnunebenheits-Simulation mittels Formfilterung	530
5.5.12	Übungsaufgaben	536
A	Mathematische Grundlagen	541
A.1	Lineare Differentialgleichungen 1. Ordnung mit konstanten Koeffizienten	541
A.2	Systeme linearer Differentialgleichungen 1. Ordnung mit konstanten Koeffizienten	541
A.3	Jordan'sche Normalform	543
A.4	Berechnung der Transitionsmatrix	544
A.5	Distributionen	545
A.6	Lineare Differenzengleichungen 1. Ordnung mit konstanten Koeffizienten	551
A.7	Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung	551
A.8	Energiedichtespektrum	557
B	Symbole und Formelzeichen	559
C	Tabellen	561
C.1	Tabelle der Laplace-und Z-Transformationen	561
C.2	Filterentwurfs(kurz)tabellen analoger und digitaler Filter	563

Literaturverzeichnis	565
Begleitsoftware des Lehrbuchs	569
Verzeichnis der MATLAB-Funktionen	571
Stichwortverzeichnis	573