

Inhaltsverzeichnis

Überblick und Konventionen	xv
1 Signale	1
1.1 Signalmodelle	1
1.1.1 Zeitkontinuierliche sinusförmige Signale	5
1.1.2 Zeitdiskrete sinusförmige Signale	6
1.2 Elementare Signaloperationen	9
1.3 Signalräume	11
1.3.1 Signalraum der sinusförmigen Signale	13
1.3.2 Signalräume zeitdiskreter Signale	14
1.3.3 Signalbeispiele	18
1.3.4 Zeitdiskrete periodische Signale	19
1.4 Übungsaufgaben zu Kap. 1	22
2 Systeme	23
2.1 Systembeispiele	23
2.2 Systemeigenschaften	28
2.2.1 Kausalität und Gedächtnis	28
2.2.2 Linearität	30
2.2.3 Zeitinvarianz und LTI-Systeme	32
2.2.4 Stabilität	34
2.3 Grundsaltungen	36
2.4 Inverse Systeme	41
2.5 Systemeigenschaften — ein Rückblick	46
2.6 Rückkopplung	49
2.6.1 Die Rückkopplung als Hallgenerator	51
2.6.2 Die Rückkopplung als Summierer	53
2.6.3 Die Rückkopplung als inverses System	55
2.6.4 Eigenbewegungen der Rückkopplung	57
2.7 Übungsaufgaben zu Kap. 2	59

3	Zeitdiskrete Faltungssysteme	61
3.1	Faltungsdarstellung bei LTI-Systemen	61
3.2	Stabilitätskriterium	72
3.3	Faltbarkeit	75
3.4	Summenschaltung für Faltungssysteme	79
3.5	Hintereinanderschaltung von Faltungssystemen	81
3.6	Inverse Faltungssysteme	85
3.7	Rückkopplung für Faltungssysteme	88
3.8	Rückkopplung für FIR-Filter	90
3.8.1	Wirkungsweise der Rückkopplung	91
3.8.2	Impulsantwort als eine Eigenbewegung	92
3.8.3	Die Rückkopplung 1. Ordnung	94
3.8.4	Die Rückkopplung als „Invertierungs-Maschine“	96
3.9	Hintereinanderschaltung eines FIR-Filters und einer Rückkopplung	98
3.10	Realisierbare LTI-Systeme	101
3.11	Übungsaufgaben zu Kap. 3	107
4	Frequenzdarstellung realisierbarer LTI-Systeme	109
4.1	Faltung von Signalen endlicher Dauer mit der z -Transformation	110
4.2	Die Übertragungsfunktion eines FIR-Filters	112
4.3	Die Frequenzfunktion eines FIR-Filters	118
4.4	Fourier-Transformation für Signale endlicher Dauer	128
4.5	Eigenschaften der Fourier-Transformation für Signale endlicher Dauer	136
4.6	Die Ortskurve eines FIR-Filters	140
4.7	Symmetrische FIR-Filter	143
4.8	Die charakteristische Gleichung eines realisierbaren LTI-Systems	153
4.8.1	Die Eigenbewegungen eines realisierbaren LTI-Systems	153
4.8.2	Die Rückkopplung als Hintereinanderschaltung	156
4.8.3	Ein Stabilitätskriterium für realisierbare LTI-Systeme	158
4.8.4	Die Rückkopplung 2. Ordnung	160
4.9	z -Transformation für Signale unendlicher Dauer	169
4.9.1	Definitionen und einführende Beispiele	169
4.9.2	Welche Signale sind z -transformierbar?	175
4.9.3	Regeln der z -Transformation	179
4.10	Die Übertragungsfunktion realisierbarer LTI-Systeme	184
4.10.1	Form der Übertragungsfunktion	185
4.10.2	Stabilitätskriterium	192
4.10.3	Invertierung und Partialbruchzerlegung	194
4.11	Die Frequenzfunktion realisierbarer LTI-Systeme	199
4.11.1	Die Frequenzfunktion der Rückkopplung 1. Ordnung	199
4.11.2	Die Frequenzfunktion eines Systems 1. Ordnung	206
4.11.3	Die Frequenzfunktion der Rückkopplung 2. Ordnung	210
4.12	Übungsaufgaben zu Kap. 4	215

5	Anwendungen und Vertiefungen	217
5.1	Digitale Regelung	217
5.2	Fourier–Transformation für Signale endlicher Energie	230
5.2.1	Einführendes Beispiel: Ideale Tiefpässe	230
5.2.2	Fourier–Transformation für Energiesignale	233
5.2.3	Weitere Beispiele für Impulsantworten endlicher Energie	238
5.2.4	Ein „merkwürdiger“ Verzögerer	242
5.3	Annäherung eines Faltungssystems durch FIR–Filter	246
5.3.1	Rechteckfensterung	246
5.3.2	Beispiele für eine Rechteckfensterung	249
5.3.3	Filterung eines Grauwertbildes	253
5.3.4	Grenzverhalten bei einer Rechteckfensterung	258
5.3.5	Dreieckförmige Fensterung	265
5.4	Verallgemeinerte Faltungssysteme	269
5.4.1	Beispiele für verallgemeinerte Faltungssysteme	269
5.4.2	Eigenschaften verallgemeinerter Faltungssysteme	277
5.4.3	Die Frequenzfunktion verallgemeinerter Faltungssysteme	283
5.5	Theorie zeitdiskreter LTI–Systeme	293
5.5.1	Signalräume	293
5.5.2	Signalabhängigkeiten	297
5.5.3	Die Frequenzfunktion eines LTI–Systems	306
5.5.4	Definition von LTI–Systemen mit Hilfe einer Basis	310
5.5.5	Definition von LTI–Systemen durch Signal–Projektoren	313
5.5.6	Definition von LTI–Systemen durch Fortsetzung	315
5.6	Probleme zu Kap. 5	318
A	Anhang	319
A.1	Eigenbewegungen	319
A.2	Symmetrische FIR–Filter und Allpässe	321
B	Lösungen zu den Übungsaufgaben	329
B.1	Lösungen zu Kap. 1	329
B.2	Lösungen zu Kap. 2	330
B.3	Lösungen zu Kap. 3	332
B.4	Lösungen zu Kap. 4	336
	Literaturverzeichnis	341
	Sachverzeichnis	343