

Inhaltsverzeichnis

<i>Zum Geleit</i>	IX
<i>Vorwort</i>	XI
<i>Symbole und Abkürzungen</i>	XIV
1 Einleitung	1
1.1 Hintergründe	1
1.2 Signale und Signalverarbeitung	3
1.3 Vor- und Nachteile der digitalen Signalverarbeitung	8
1.4 Hardware Baugruppen der digitalen Signalverarbeitung	10
1.5 Anwendungen der digitalen Signalverarbeitung	15
2 Zeitkontinuierliche Signale und Systeme	16
2.1 Einführung	16
2.2 Das Fourier-Integral	16
2.3 Diskontinuitäten in $x(t)$ oder $X(\omega)$	20
2.4 Die Impulsfunktion oder der Dirac-Impuls	21
2.5 Periodische kontinuierliche Signale	23
2.6 Kontinuierliche Systeme	25
2.7 Die Impulsantwort	27
2.8 Die Übertragungsfunktion	29
2.9 Das Faltungs-Integral	30
2.10 Pole und Nullstellen	32
2.11 Übungsaufgaben	36
3 Umsetzung zeitkontinuierlicher Signale in zeitdiskrete Signale und umgekehrt	41
3.1 Einleitung	41
3.2 Abtastung mit Dirac-Impulsen	43
3.3 Signalrekonstruktion	45
3.4 Praktische Erwägungen	47
3.5 Praktische Realisierung	49
3.6 Abschließende Bemerkungen	50
3.7 Übungsaufgaben	51

4 Zeitdiskrete Signale und Systeme	53
4.1 Einführung	53
4.2 Diskrete Signale – Beschreibung im Zeitbereich	54
4.2.1 Beispiele	54
4.2.2 Wichtige diskrete Signale	55
4.3 Diskrete Signale – Beschreibung im Frequenzbereich	58
4.3.1 Beispiele	60
4.3.2 Eigenschaften der FTD	61
4.3.3 Häufig verwendete Korrespondenzen	64
4.4 Lineare zeitinvariante diskrete Systeme	67
4.4.1 Einführung	67
4.4.2 Die Differenzengleichung als Systembeschreibung	70
4.4.3 Die Impulsantwort als Systembeschreibung	73
4.4.4 Die diskrete Faltung	76
4.4.5 Die Übertragungsfunktion als Systembeschreibung	78
4.5 Die z –Transformation	84
4.5.1 Definition und Beispiele	84
4.5.2 Konvergenzeigenschaften der z –Transformation	87
4.5.3 Die inverse z –Transformation	90
4.5.4 Eigenschaften der z –Transformation	94
4.5.5 Die Beziehung zwischen der z –Transformation und der FTD	95
4.5.6 Die Systemfunktion als Systembeschreibung	96
4.5.7 Pole und Nullstellen als Systembeschreibung	100
4.6 Übungsaufgaben	110
5 Die DFT und die FFT	117
5.1 Die DFT für periodische diskrete Signale	117
5.2 Die DFT für diskrete Signale endlicher Länge	121
5.3 Eigenschaften der DFT	123
5.4 Die Wahl von N	129
5.4.1 Die Wahl von N für periodische Signale	129
5.4.2 Die Wahl von N für Signale endlicher Länge	135
5.4.3 Die Wahl von N bei nichtperiodischen Signalen unendlicher Länge	137
5.5 Die zyklische Faltung	138
5.5.1 Die Faltung von zwei Signalen endlicher Länge	141
5.5.2 Die Faltung eines Signals endlicher Länge mit einem Signal unendlicher Länge	144
5.6 Die Anwendung der DFT auf kontinuierliche Signale	147
5.7 Die FFT	153
5.8 Übungsaufgaben	159

6 Übersicht von Signaltransformationen	162
6.1 Einführung	162
6.2 Ein qualitativer Vergleich	163
6.3 Relationen mit LT und ZT	169
6.4 Die Verwendung der Impulsfunktion	171
6.5 Ein quantitativer Vergleich	172
6.6 Übungsaufgaben	177
7 Filterstrukturen	178
7.1 Einführung	178
7.2 Nichtrekursive diskrete Filter	179
7.3 Rekursive diskrete Filter	182
7.3.1 Die Direktform I	185
7.3.2 Die Direktform II	186
7.3.3 Die Kaskadenstruktur	187
7.3.4 Die Parallelstruktur	189
7.4 Einige spezielle Filterstrukturen	190
7.4.1 Kammfilter	190
7.4.2 Das Frequenz-Abtastfilter	192
7.4.3 Abzweig- und Kreuzgliedfilter	197
7.5 Transponierungssatz	198
7.6 Adaptive Filter	200
7.7 Übungsaufgaben	203
8 Entwurfsmethoden diskreter Filter	205
8.1 Einführung	205
8.2 Entwurfsmethoden für FIR-Filter	208
8.2.1 Entwurf mittels FTD und Fensterung	208
8.2.2 Entwurf nach dem Frequenz-Abtastverfahren (frequency-sampling design)	217
8.2.3 Entwurf aufgrund gleichmäßiger Welligkeit ("equiripple filters")	220
8.2.4 Linearphasige Filter	222
8.3 Entwurfsmethoden für IIR-Filter	225
8.3.1 Impulsantwort-invarianter Filterentwurf	227
8.3.2 Approximation von Differentialgleichungen durch Differenzengleichungen	232
8.3.3 Die bilineare Transformation	237
8.3.4 Filterentwurf durch Transformation der Bauelemente	243
8.3.5 Filterentwurf mit Hilfe von Optimierungsverfahren	245
8.4 Gegenüberstellung von FIR- und IIR-Filtern	246
8.5 Übungsaufgaben	248

9 Systeme mit mehreren Abtastraten	252
9.1 Einführung	252
9.2 Verminderung der Abtastfrequenz	255
9.3 Realisierung von Dezimierungsfiltern	260
9.4 Erhöhung der Abtastfrequenz	263
9.5 Realisierung von Interpolationsfiltern	267
9.6 Veränderung der Abtastfrequenz durch einen rationalen Faktor	269
9.7 Transponierung von Interpolations- und Dezimierungsfiltern	270
9.8 Anwendungsbeispiele	272
9.9 Übungsaufgaben	274
10 Endliche Wortlänge bei digitalen Signalen und Systemen	280
10.1 Einführung	280
10.2 Darstellungen von Zahlen	281
10.3 Quantisierung und Überlauf	284
10.4 A/D-Umsetzungsräuschen	287
10.5 Quantisierung der Filterkoeffizienten	291
10.6 Begrenzung der Wortlänge von Zwischenergebnissen	296
10.6.1 Überlauf von Zwischenergebnissen	299
10.6.2 Quantisierung von Zwischenergebnissen	302
10.7 Abschließende Bemerkungen zur Wortlängenbegrenzung	310
10.8 Übungsaufgaben	312
Anhang I Zusammenfassung der Fourier – Integrale	315
Anhang II Partialbruchzerlegung	321
Anhang III Die z – Rücktransformation	327
Anhang IV Lösungen der Übungsaufgaben	331
Literaturverzeichnis	355
Sachwortverzeichnis	358