

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	1
1.1 Das Konzept der Systemtheorie	1
1.2 Übersicht über die Methoden der Signalverarbeitung	4
2 Analoge Signale	14
2.1 Klassierung der Signale	14
2.1.1 Unterscheidung kontinuierlich - diskret	14
2.1.2 Unterscheidung deterministisch - stochastisch	16
2.1.3 Unterscheidung Energiesignale - Leistungssignale	16
2.2 Die Fourier-Reihe	19
2.2.1 Einführung	19
2.2.2 Sinus- / Cosinus-Darstellung	20
2.2.3 Betrags- / Phasen-Darstellung	21
2.2.4 Komplexe Darstellung	22
2.2.5 Das Theorem von Parseval für Leistungssignale	27
2.3 Die Fourier-Transformation (FT)	28
2.3.1 Herleitung des Amplitudendichtespektrums	29
2.3.2 Die Faltung	34
2.3.3 Das Rechnen mit der Delta-Funktion	37
2.3.4 Die Fourier-Transformation von periodischen Signalen	41
2.3.5 Die Eigenschaften der Fourier-Transformation	47
2.3.6 Das Theorem von Parseval für Energiesignale	57
2.3.7 Tabelle einiger Fourier-Korrespondenzen	59
2.4 Die Laplace-Transformation (LT)	60
2.4.1 Wieso eine weitere Transformation?	60
2.4.2 Definition der Laplace-Transformation und Beziehung zur FT	60
2.4.3 Die Eigenschaften der Laplace-Transformation	64
2.4.4 Die inverse Laplace-Transformation	69
2.4.5 Tabelle einiger Laplace-Korrespondenzen (einseitige Transformation)	70
3 Analoge Systeme	71
3.1 Klassierung der Systeme	71
3.1.1 Linearität	71
3.1.2 Zeitinvarianz	74
3.1.3 Kausale und deterministische Systeme	74
3.1.4 Dynamische Systeme	75
3.1.5 Stabilität	75
3.2 Die Impulsantwort oder Stossantwort	76
3.3 Der Frequenzgang und die Übertragungsfunktion	77
3.4 Die Schrittantwort oder Sprungantwort	82
3.5 Kausale Systeme	87
3.6 Pole und Nullstellen	89
3.6.1 Einführung	89
3.6.2 Amplitudengang, Phasengang und Gruppenlaufzeit	91
3.6.3 PN-Schemata der Filterarten	96

3.6.4 Realisierungsmöglichkeiten	98
3.7 Bodediagramme	99
3.8 Systemverhalten im Zeitbereich.....	102
3.9 Spezielle Systeme	106
3.9.1 Mindestphasensysteme.....	106
3.9.2 Allpässe.....	108
3.9.3 Zweipole	109
3.9.4 Polynomfilter	110
3.10 Normierung	110
3.11 Übersicht über die Systembeschreibungen	112
3.11.1 Einführung	112
3.11.2 Stabile LTI-Systeme mit endlich vielen konzentrierten Elementen	114
3.11.3 Nichtlineare und/oder zeitvariante Systeme.....	115
3.11.4 Bestimmen der Systemgleichung.....	116
3.11.5 Computergestützte Systemanalyse.....	120
4 Analoge Filter.....	123
4.1 Einführung	123
4.2 Approximation des idealen Tiefpasses.....	130
4.2.1 Einführung	130
4.2.2 Butterworth-Approximation.....	131
4.2.3 Tschebyscheff-I-Approximation	134
4.2.4 Bessel-Approximation	136
4.2.5 Tschebyscheff-II- und Cauer-Approximation	137
4.2.6 Filter mit kritischer Dämpfung.....	137
4.3 Frequenztransformation	138
4.3.1 Tiefpässe	138
4.3.2 Hochpässe	138
4.3.3 Bandpässe	140
4.3.4 Bandsperren	144
4.3.5 Allpässe.....	145
4.4 Die praktische Realisierung von aktiven Analogfiltern	145
4.4.1 Darstellung in der Kaskadenstruktur und Skalierung.....	145
4.4.2 Die Filter-Koeffizienten	148
5 Digitale Signale	150
5.1 Einführung	150
5.2 Die Fourier-Transformation für Abtastsignale (FTA).....	152
5.2.1 Einführung	152
5.2.2 Die ideale Abtastung von Signalen	153
5.2.3 Das Spektrum von abgetasteten Signalen	154
5.2.4 Das Abtasttheorem.....	158
5.2.5 Die Rekonstruktion von abgetasteten Signalen (DA-Wandlung).....	161
5.3 Die diskrete Fourier-Transformation (DFT)	164
5.3.1 Die Herleitung der DFT	164
5.3.2 Die Verwandtschaft mit den komplexen Fourier-Koeffizienten	166
5.3.3 Die Eigenschaften der DFT.....	169
5.3.4 Die schnelle Fourier-Transformation (FFT)	174
5.3.5 Die Redundanz im Spektrum reeller Zeitfolgen.....	180

5.4 Spektralanalyse mit der DFT/FFT	182
5.4.1 Einführung	182
5.4.2 Periodische Signale.....	184
5.4.3 Quasiperiodische Signale.....	187
5.4.4 Nichtperiodische, stationäre Leistungssignale	199
5.4.5 Nichtstationäre Leistungssignale	199
5.4.6 Transiente Signale.....	201
5.4.7 Messung von Frequenzgängen.....	202
5.4.8 Zusammenfassung	203
5.5 Die diskrete Faltung	204
5.6 Die z-Transformation (ZT)	206
5.6.1 Definition der z-Transformation	206
5.6.2 Zusammenhang der ZT mit der LT und der FTA	209
5.6.3 Eigenschaften der z-Transformation	211
5.6.4 Die inverse z-Transformation	215
5.6.5 Tabelle einiger z-Korrespondenzen	218
5.7 Übersicht über die Signaltransformationen.....	219
5.7.1 Welche Transformation für welches Signal?	219
5.7.2 Zusammenhang der verschiedenen Transformationen.....	220
6 Digitale Systeme.....	225
6.1 Einführung	225
6.2 Die Differenzengleichung.....	231
6.3 Die Impulsantwort	233
6.4 Der Frequenzgang und die z-Übertragungsfunktion	236
6.5 Die Schrittantwort.....	242
6.6 Pole und Nullstellen.....	243
6.7 Strukturen und Blockschaltbilder	245
6.8 Digitale Simulation analoger Systeme.....	251
6.9 Übersicht über die Systeme	254
6.10 Der Einfluss der Amplitudenquantisierung.....	256
6.11 Die Realisierung von digitalen Systemen	263
7 Digitale Filter	264
7.1 IIR-Filter (Rekursivfilter)	264
7.1.1 Einführung	264
7.1.2 Filterentwurf mit der impulsinvarianten z-Transformation.....	266
7.1.3 Filterentwurf mit der bilinearen z-Transformation.....	274
7.1.4 Frequenztransformation im z-Bereich.....	284
7.1.5 Direkter Entwurf im z-Bereich.....	285
7.2 FIR-Filter (Transversalfilter)	287
7.2.1 Einführung	287
7.2.2 Die 4 Typen linearphasiger FIR-Filter.....	287
7.2.3 Filterentwurf mit der Fenstermethode.....	293
7.2.4 Filterentwurf durch Frequenz-Abtastung	301
7.2.5 Filterentwurf durch Synthese im z-Bereich.....	302
7.2.6 Linearphasige Hochpässe, Bandpässe und Bandsperrn.....	303
7.3 Die Realisierung eines Digitalfilters	313

Literaturverzeichnis	315
Verzeichnis der Formelzeichen	318
Verzeichnis der Abkürzungen	320
Sachwortverzeichnis.....	321