

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 Tscheybscheff-I-Approximation	134
4.2.4 Bessel-Approximation	136
4.2.5 Tscheybscheff-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 Bandsperren	303
7.3 Die Realisierung eines Digitalfilters	313

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

Anhänge, erhältlich unter „zusätzliche Informationen“ auf www.springer-vieweg.de:

Anhang A: Ergänzungen zu den Kapiteln 1 bis 7

Anhang B: Zusatzkapitel

- 8. Zufallssignale**
- 9. Reaktion von Systemen auf Zufallssignale**
- 10. Einige weiterführende Ausblicke**

Anhang C: Hinweise zum Einsatz von MATLAB