

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Determinierte Signale und lineare Systeme</b>	<b>11</b>
1.1	Beschreibung im Zeitbereich . . . . .	13
1.1.1	Sprung- und Impulsantwort . . . . .	13
1.1.2	Ein Beispiel zur Sprung- und Impulsantwort . . . . .	16
1.1.3	Die Faltung . . . . .	19
1.2	Die Fourier-Transformation . . . . .	22
1.2.1	Das Fourier-Integral . . . . .	23
1.2.2	Die Fourier-Transformation reeller Zeitfunktionen . . . . .	25
1.2.3	Eigenschaften der Fourier-Transformation . . . . .	29
1.2.4	Die Fourier-Transformation wichtiger Zeitfunktionen . . . . .	37
1.3	Idealisierte Modellsysteme . . . . .	44
1.3.1	Das verzerrungsfreie System . . . . .	44
1.3.2	Der ideale Tiefpaß . . . . .	46
1.3.3	Der ideale Bandpaß . . . . .	48
1.3.4	Bandpaßsystem und äquivalenter Tiefpaß . . . . .	50
1.3.5	Phasen- und Gruppenlaufzeit . . . . .	52
1.4	Die Laplace-Transformation . . . . .	53
1.4.1	Einführung der komplexen Frequenz . . . . .	53
1.4.2	Eigenschaften der Laplace-Transformation . . . . .	56
1.4.3	Differentialgleichung und Übertragungsfunktion . . . . .	60
1.4.4	Rücktransformation in den Zeitbereich . . . . .	64
1.4.5	Übertragungsfunktion und Frequenzgang . . . . .	70
1.5	Beschreibung im Zustandsraum . . . . .	76
1.5.1	Darstellung der Zustandsgleichungen . . . . .	76
1.5.2	Lösung der Zustandsgleichungen . . . . .	79
1.5.3	Berechnung der Übergangsmatrix . . . . .	82
1.6	Abtastung und Diskretisierung der Fourier-Transformation	86
1.6.1	Abtastung im Zeitbereich . . . . .	87
1.6.2	Abtastung im Frequenzbereich . . . . .	91

---

1.6.3	Die diskrete Fourier-Transformation . . . . .	94
1.7	Zeitdiskrete Systeme . . . . .	98
1.7.1	Beschreibung im Zeitbereich . . . . .	98
1.7.2	Die Z-Transformation . . . . .	102
1.7.3	Differenzengleichung und Übertragungsfunktion . . . . .	106
1.7.4	Rücktransformation in den Zeitbereich . . . . .	109
1.7.5	Übertragungsfunktion und Frequenzgang . . . . .	113
1.7.6	Zeitdiskretisierung der Zustandsbeschreibung . . . . .	119
1.8	Aufgaben zu Kapitel 1 . . . . .	122
<b>2</b>	<b>Stochastische Signale</b>	<b>130</b>
2.1	Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung . . . . .	130
2.1.1	Die Wahrscheinlichkeit diskreter Ereignisse . . . . .	130
2.1.2	Verteilungsfunktionen von Zufallsgrößen . . . . .	134
2.1.3	Erwartungswerte von Zufallsgrößen . . . . .	139
2.2	Beschreibung stochastischer Prozesse . . . . .	142
2.2.1	Verteilungsfunktionen und Erwartungswerte . . . . .	143
2.2.2	Stationarität und Ergodizität . . . . .	145
2.2.3	Korrelationsfunktionen . . . . .	147
2.2.4	Spektraldarstellung stochastischer Prozesse . . . . .	153
2.3	Stochastische Prozesse und lineare Systeme . . . . .	156
2.3.1	Systembeschreibung im Zeitbereich . . . . .	156
2.3.2	Systembeschreibung im Frequenzbereich . . . . .	158
2.3.3	Beispiele zu stochastischen Signalen in LTI-Systemen . . . . .	159
2.3.4	Signalerkennung im Rauschen (matched filter) . . . . .	161
2.4	Optimalfilter (Wiener-Filter) . . . . .	166
2.4.1	Die Wiener-Hopfsche Integralgleichung . . . . .	167
2.4.2	Lösung für das nichtrealisierbare Filter . . . . .	170
2.4.3	Lösung für das realisierbare Filter . . . . .	172
2.5	Zeitdiskrete stochastische Signale . . . . .	177
2.5.1	Beschreibung zeitdiskreter Prozesse . . . . .	178
2.5.2	Zeitdiskrete Prozesse und lineare Systeme . . . . .	180
2.5.3	Beispiel: zeitdiskretes matched filter . . . . .	182
2.6	Aufgaben zu Kapitel 2 . . . . .	184

---

<b>3</b>	<b>Grundzüge der Informationstheorie</b>	<b>189</b>
3.1	Diskrete Informationsquellen und Kanäle . . . . .	190
3.1.1	Entropie statistisch unabhängiger Zeichen . . . . .	190
3.1.2	Optimale Codierung . . . . .	192
3.1.3	Nichtoptimale Codierung und Redundanz . . . . .	195
3.1.4	Entropie statistisch verbundener Zeichen . . . . .	198
3.1.5	Transinformation und Kanalkapazität . . . . .	202
3.2	Kontinuierliche Informationsquellen und Kanäle . . . . .	205
3.2.1	Kanalkapazität und Nachrichtenquader (elementare Herleitung) . . . . .	206
3.2.2	Informationstheoretische Herleitung der Kanalkapazität .	209
3.3	Aufgaben zu Kapitel 3 . . . . .	212
<b>Anhang</b>		<b>216</b>
A.1	Die Funktion $si(x)$ und ihr Integral . . . . .	216
A.2	Korrespondenzen zur Fourier-Transformation . . . . .	217
A.3	Korrespondenzen zur Laplace-Transformation . . . . .	218
A.4	Korrespondenzen zur Z-Transformation . . . . .	219
A.5	Die Fehlerfunktion $erf(x)$ . . . . .	220
A.6	Ergebnisse zu den Aufgaben . . . . .	221
<b>Literaturverzeichnis</b>		<b>232</b>
<b>Sachverzeichnis</b>		<b>234</b>