

# Inhaltsverzeichnis

<b>Wichtige Formelzeichen</b> .....	11
<b>1. Überblick über die Aufgabenstellungen und technischen Realisierungen</b> .....	15
1.1. Aufgabenstellung der Informationsverarbeitung .....	15
1.2. Technische Realisierungsmöglichkeiten .....	17
1.2.1. Realisierung mit digitalen Schaltungen .....	17
1.2.2. Realisierung mit analogen Schaltungen .....	24
1.3. Aufgaben der Theorie .....	28
<b>2. Signal</b> .....	30
2.1. Einleitung .....	30
2.2. Beschreibung im Frequenzbereich .....	32
2.2.1. Die Sinusschwingung als einfachstes Signal .....	32
2.2.2. Periodische Signale. Fourier-Reihe. Fourier-Spektrum. Walsh-Funktion ....	34
2.2.3. Vertauschen des Zeit- und Frequenzbereichs. Zeitdiskrete Signale. Abtasttheorem .....	38
2.2.4. Zeitdiskrete und periodische (zyklische) Signale. Schnelle Fourier-Transformation .....	41
2.2.5. Nichtperiodische Signale. Fourier-Integral. Spektrale Amplitudendichte .....	42
2.2.6. Spektrale Leistungsdichte .....	45
2.2.7. Experimentelle Ermittlung der Kennfunktionen im Frequenzbereich .....	47
2.3. Beschreibung im Zeitbereich .....	51
2.3.1. Zeitliche Mittelwerte .....	51
2.3.2. Verallgemeinerter zeitlicher Mittelwert. Autokorrelationsfunktion .....	52
2.3.2.1. Definition und Eigenschaften der Autokorrelationsfunktion .....	52
2.3.2.2. Zusammenhänge zwischen Korrelationsfunktion und Leistungsspektrum. Wiener-Chinchine-Theorem .....	55
2.3.3. Experimentelle Ermittlung der Kennfunktionen im Zeitbereich .....	57
2.4. Zusammenhänge zwischen zeitlichen und spektralen Signalkennfunktionen .....	58
2.5. Kennwerte mit Wahrscheinlichkeitsdarstellung .....	62
2.5.1. Wahrscheinlichkeitsverteilung und Wahrscheinlichkeitsdichte .....	62
2.5.2. Experimentelle Ermittlung der Wahrscheinlichkeitsverteilung und Wahrscheinlichkeitsdichte .....	67
2.5.3. Weitere Kennwerte. Beziehungen zu den Mittelwerten .....	70
2.6. Geometrische Signaldarstellungen .....	71
2.6.1. Vorbetrachtungen .....	71
2.6.2. Darstellung im euklidischen Raum .....	73
2.6.3. Darstellung im nichteuklidischen Raum .....	75
2.6.4. Darstellung als Kodebaum .....	77
<b>Aufgaben zum Abschnitt 2</b> .....	78

<b>3. System</b> .....	<b>83</b>
<b>3.1. Einleitung</b> .....	<b>83</b>
3.1.1. Allgemeine Systemaspekte .....	83
3.1.2. Aufgaben der Systemtheorie .....	87
<b>3.2. Modellierung</b> .....	<b>88</b>
3.2.1. Grundsätzliche Betrachtungen .....	88
3.2.2. Linearisierung, Beschreibungsfunktion .....	90
3.2.3. Analogien .....	95
3.2.4. Blockschaltbilder, Signalflußbilder .....	97
3.2.4.1. Blockschaltbilder .....	97
3.2.4.2. Zusammenschaltung von Systemen .....	98
<b>3.3. Analoge Systeme mit determinierten Signalen</b> .....	<b>102</b>
3.3.1. Grundsätzliche Betrachtungen .....	102
3.3.2. Differentialgleichung .....	104
3.3.3. Beschreibung im Frequenzbereich .....	108
3.3.3.1. Frequenzgang, Ortskurve .....	108
3.3.3.2. Übertragungsfunktion .....	115
3.3.3.3. Pol-Nullstellen-Plan .....	119
3.3.4. Beschreibung im Zeitbereich .....	123
3.3.4.1. Übergangsfunktion, Gewichtsfunktion .....	123
3.3.4.2. Erweiterung auf eine beliebige Form der Eingangsfunktion .....	126
3.3.5. Zusammenhang zwischen den Kennfunktionen, Laplace-Transformation .....	127
3.3.6. Beschreibung im Zustandsraum .....	134
3.3.7. Stabilität .....	141
3.3.7.1. Stabilitätsbedingungen .....	141
3.3.7.2. Stabilitätskriterien .....	142
3.3.8. Näherungsbetrachtungen, Kennwerte .....	146
3.3.9. Korrektur des dynamischen Verhaltens .....	151
<b>3.4. Analoge Systeme mit regellosen Signalen</b> .....	<b>155</b>
3.4.1. Grundsätzliche Betrachtungen .....	155
3.4.2. Zusammenhang zwischen den statistischen Kenngrößen am Systemeingang und -ausgang im Frequenzbereich .....	156
3.4.3. Zusammenhang zwischen den statistischen Kenngrößen am Systemeingang und -ausgang im Zeitbereich .....	158
3.4.4. Zusammenhang zwischen der Behandlung im Frequenzbereich und der Behandlung im Zeitbereich .....	161
3.4.5. Erweiterung auf Kreuzkorrelationsfunktion, Zusammenhang mit der Gewichtsfunktion .....	163
3.4.6. Der mittlere quadratische Fehler .....	165
3.4.7. Optimale Systeme .....	167
<b>3.5. Abtastsysteme</b> .....	<b>173</b>
3.5.1. Grundsätzliche Betrachtungen .....	173
3.5.2. Beschreibung im Zeitbereich, Differenzgleichung und Zustandsraum- beschreibung .....	176
3.5.3. Beschreibung im Frequenzbereich .....	179
3.5.3.1. Frequenzgang, Übertragungsfunktion .....	179
3.5.3.2. Erweiterung der Laplace-Transformation, Z-Transformation .....	180
3.5.4. Beispiele .....	185
3.5.4.1. Allgemeines .....	185
3.5.4.2. Offene Systeme .....	186

3.5.4.3. Geschlossene Systeme. Stabilität .....	188
3.5.4.4. Digitalrechner und Übertragungsfunktion eines linearen „Programms“ .....	189
Aufgaben zum Abschnitt 3 .....	193
<b>4. Information .....</b>	<b>204</b>
4.1. Einführung .....	204
4.2. Maß für die Information .....	207
4.2.1. Gleiche Wahrscheinlichkeiten der einzelnen Zustände. Entscheidungsgehalt ..	207
4.2.2. Verschiedene Wahrscheinlichkeiten der einzelnen Zustände. Mittlerer Informationsgehalt (Entropie) .....	210
4.3. Weitere Kenngrößen .....	216
4.4. Entropien höherer Ordnung .....	217
4.4.1. Der einfachste Fall: voneinander unabhängige Vorgänge .....	217
4.4.2. Der allgemeine Fall: voneinander abhängige Vorgänge .....	221
4.4.2.1. Grundlegende Zusammenhänge .....	221
4.4.2.2. Informationsübertragung .....	224
4.4.2.3. Entropie von Symbolfolgen. Markoffsche Ketten .....	228
4.5. Informationsfluß und Kanalkapazität .....	232
4.5.1. Informationsmenge .....	232
4.5.2. Informationsfluß. Kanalkapazität .....	234
4.5.2.1. Grundlegende Zusammenhänge .....	234
4.5.2.2. Beispiele .....	236
4.6. Informationstheoretisch-optimale Systeme .....	241
4.7. Optimierung unter Berücksichtigung weiterer, z.B. ökonomischer Gesichtspunkte ...	243
Aufgaben zum Abschnitt 4 .....	245
<b>5. Signalwandlung: Kodierung und Modulation .....</b>	<b>249</b>
5.1. Überblick über die Signalwandlung .....	249
5.2. Kodierung .....	250
5.2.1. Aufgaben der Kodierung .....	250
5.2.2. Zwei wichtige Sätze über die Kodierung .....	254
5.2.2.1. Kodierungssatz .....	254
5.2.2.2. Dekodierungssatz .....	255
5.2.3. Verschiedene Codes als Beispiele .....	257
5.2.3.1. Dezimal- und Binärkode .....	257
5.2.3.2. Dezimal-Binärkode (Denärkode) .....	258
5.2.3.3. Dreieixeßkode .....	259
5.2.3.4. Gray-Kode oder reflektierter Binärkode .....	260
5.2.4. Sicherung gegen Störungen (Redundanzhöhung) .....	262
5.2.5. Redundanzmindernde Kodierungen .....	264
5.3. Modulation .....	266
5.3.1. Aufgaben der Modulation .....	266
5.3.2. Überblick über die Modulationsverfahren .....	268
5.3.3. Amplitudenmodulation .....	271
5.3.3.1. Zeitfunktion und Spektrum bei Amplitudenmodulation .....	271
5.3.3.2. Verzerrungen amplitudenmodulierter Schwingungen .....	274
5.3.3.3. Einseitenband-Amplitudenmodulation .....	278

5.3.4. Frequenz- bzw. Phasenmodulation (Winkelmodulation) .....	280
5.3.4.1. Zeitfunktion bei Frequenz- und Phasenmodulation .....	280
5.3.4.2. Umwandlung einer Modulationsart in die andere .....	283
5.3.4.3. Spektrum bei Frequenzmodulation .....	284
5.3.4.4. Verzerrungen frequenzmodulierter Schwingungen .....	291
5.3.4.5. Störungen bei Frequenzmodulation und Vergleich mit der Amplituden- modulation .....	296
5.3.5. Pulsmodulation .....	298
5.3.5.1. Allgemeine Betrachtungen .....	298
5.3.5.2. Pulsamplitudenmodulation .....	298
5.3.5.3. Pulsphasenmodulation .....	301
5.3.5.4. Pulskodemodulation .....	303
<b>Aufgaben zum Abschnitt 5</b> .....	<b>305</b>
<b>Lösungen der Aufgaben</b> .....	<b>309</b>
Abschnitt 2 .....	309
Abschnitt 3 .....	326
Abschnitt 4 .....	358
Abschnitt 5 .....	366
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>385</b>
<b>Sachwörterverzeichnis</b> .....	<b>388</b>