

Martin Werner

# Nachrichtentechnik

**Eine Einführung für alle Studiengänge**

3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage

Mit 174 Abbildungen und 25 Tabellen



# Inhaltsverzeichnis

<b>Aufgaben und Grundbegriffe der Nachrichtentechnik</b> .....	1	
1.1 Entwicklung der Nachrichtentechnik.....	1	
1.2 Nachrichtentechnik und Informationstechnik.....	2	
1.3 Prinzip der Nachrichtenübertragung.....	3	
1.4 Telekommunikationsnetze.....	7	
1.5 Signalverarbeitung.....	10	
1.6 Aufgaben zu Abschnitt 1.....	11	
<b>Signale und Systeme</b> .....	12	
2.1 Klassifizierung von Signalen.....	13	
2.1.1 Zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Signale.....	13	
2.1.2 Wertkontinuierliche, wertdiskrete, analoge und digitale Signale.....	14	
2.1.3 Periodische und aperiodische Signale.....	15	
2.1.4 Deterministische und stochastische Signale.....	16	
2.1.5 Energie- und Leistungssignale.....	17	
2.2 Komplexe Wechselstromrechnung.....	18	
2.3 Lineare zeitinvariante Systeme.....	22	
2.4 Fourierreihen.....	23	f
2.5 Periodische Quellen in R,L,C-Netzwerken.....	27	
2.6 Spektrum periodischer Signale.....	30	
2.7 Übertragungsfunktion und Frequenzgang.....	32	
2.7.1 Übertragungsfunktion.....	32	
2.7.2 Frequenzgang, Dämpfung und Phase.....	34	
2.7.3 Tiefpass-, Bandpass- und Hochpassfilter.....	36	?
2.7.4 Rechnen mit komplexer Fourierreihe und Frequenzgang.....	40	
2.7.5 RC-Hochpass.....	42	«
2.8 Fouriertransformation.....	44	•
2.9 Filterung.....	47	;
2.10 Verzerrungsfreie Übertragung.....	48	
2.11 Bandbreite und Zeitdauer-Bandbreite-Produkt.....	50	;
2.12 Charakterisierung von LTI-Systemen.....	53	
2.12.1 Impulsfunktion und Impulsantwort.....	53	1
2.12.2 Faltung.....	58	j
2.13 Zusammenfassung.....	64	
2.14 Aufgaben zu Abschnitt 2.....	66	\

<b>3</b>	<b>Amplitudenmodulation und Frequenzmultiplex</b>	<b>71</b>
3.1	Trägermodulation	72
3.2	Amplitudenmodulation	73
3.2.1	Prinzip der Amplitudenmodulation	73
3.2.2	Modulationssatz	75
3.2.3	Amplitudenmodulation	76
3.2.4	Kohärente AM-Demodulation	77
3.2.5	Inkohärente AM-Demodulation mit dem Hüllkurvendetektor	78
3.3	Trägerfrequenztechnik und Frequenzmultiplex	79
3.4	Digitale Modulationsverfahren	82
3.5	Zusammenfassung	88
3.6	Aufgaben zu Abschnitt 3	88
<b>4</b>	<b>Digitale Übertragung im Basisband</b>	<b>91</b>
4.1	Prinzip der digitalen Basisbandübertragung	91
4.2	Leitungscodierung	94
4.3	Störung durch Rauschen	97
4.4	Übertragung im Tiefpass-Kanal	101
4.5	Matched-Filterempfänger	105
4.6	Nyquistbandbreite und Impulsformung	110
4.7	Kanalkapazität	115
4.8	Zusammenfassung	117
4.9	Aufgaben zu Abschnitt 4	118
<b>5</b>	<b>Pulse-Code-Modulation und Zeitmultiplex</b>	<b>120</b>
5.1	Digitalisierung eines analogen Signals	120
5.2	Abtasttheorem	121
5.3	Quantisierung	122
5.4	Quantisierungsgeräusch	125
5.5	PCM in der Telefonie	128
5.5.1	Abschätzung der Wortlänge	128
5.5.2	Kompondierung	129
5.5.3	13-Segment-Kennlinie	130
5.6	Zeitmultiplex und PDH-Hierarchie	132
5.7	Synchrone Digitale Hierarchie (SDH)	134
5.8	Zusammenfassung	136
5.9	Aufgaben zu Abschnitt 5	136
<b>6</b>	<b>Telekommunikationsnetze</b>	<b>140</b>
6.1	OSI-Schichtenmodell	140
6.2	Nachrichtenübermittlung	145
6.3	ATM und Breitband-ISDN	148

6.4	Lokale Netze und TCP/IP.....	150
6.5	Zusammenfassung.....	153
6.6	Aufgaben zu Abschnitt 6.....	154
<b>7</b>	<b>Grundbegriffe der Informationstheorie und der Kanalcodierung.....</b>	<b>155</b>
7.1	Information, Entropie und Redundanz.....	155
7.2	Huffman-Codierung.....	158
7.3	Lineare Blockcodes.....	162
7.3.1	Kanalcodierung zum Schutz gegen Übertragungsfehler.....	162
7.3.2	Lineare Blockcodes.....	164
7.3.3	Syndrom-Decodierung.....	165
7.4	Eigenschaften linearer Blockcodes.....	169
7.4.1	Hamming-Distanz und Fehlerkorrekturvermögen.....	169
7.4.2	Perfekte Codes und Hamming-Grenze.....	171
7.4.3	Restfehlerwahrscheinlichkeit.....	172
7.4.4	Eigenschaften und Konstruktion der Hamming-Codes.....	175
7.5	Zusammenfassung.....	176
7.6	Aufgaben zu Abschnitt 7.....	177
<b>8</b>	<b>Mobilkommunikation am Beispiel GSM.....</b>	<b>180</b>
8.1	Einführung.....	180
8.2	GSM-Netzarchitektur.....	183
8.3	GSM-Funkschnittstelle.....	185
8.3.1	Funkzellen und Frequenzkanäle.....	185
8.3.2	Mobilfunkübertragung.....	188
8.3.3	Logische Kanäle und Burst-Arten.....	193
8.4	High Speed Circuit Switched Data (HSCSD).....	195
8.5	General Packet Radio Service (GPRS).....	196
8.6	GSM-Sicherheitsmerkmale.....	197
8.7	Zusammenfassung und Ausblick.....	200
	Lösungen zu den Aufgaben.....	202
	Literaturverzeichnis.....	218
	Sachwortverzeichnis.....	222