

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Nachrichtenübertragung	4
2.1 Das Übertragungssystem	4
2.2 Modulation	6
3 Signalbeschreibung im Zeit- und Frequenzbereich	9
3.1 Die harmonische Schwingung	9
3.2 Das Spektrum einer periodischen Zeitfunktion	12
3.2.1 Leistungsdichtespektrum für periodische Signale	15
3.3 Das Spektrum einer aperiodischen Zeitfunktion	16
3.3.1 Energiedichtespektrum für aperiodische Signale	19
3.4 Eigenschaften der Fouriertransformation	20
3.5 Die Übertragungsfunktion	23
3.6 Der Übertragungskanal	26
3.6.1 Systeme mit linearer Phase	26
3.6.2 Systeme mit nichtlinearer Phase	29
3.6.3 Systeme mit Dämpfungsverzerrung	31
4 Das Zufallssignal	33
4.1 Wahrscheinlichkeit	33
4.1.1 Die Zufallsvariable	35
4.1.2 Die Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktion	35
4.1.3 Die Wahrscheinlichkeitsverteilungsdichtefunktion	36
4.1.4 Erwartungswerte einer Zufallsvariablen	38
4.2 Der Zufallsprozeß	39
4.2.1 Scharmittelwerte und Zeitmittelwerte von Zufallsprozessen	41
4.2.2 Stationarität und Ergodizität eines Zufallsprozesses	42
4.2.3 Eigenschaften der Autokorrelationsfunktion	43
4.2.4 Das Leistungsdichtespektrum von Zufallssignalen	44
4.2.5 Zufallsprozesse und lineare Systeme	48
4.3 Die Gaußverteilung	51
4.3.1 Schmalbandrauschen	54

5 Modulation eines sinusförmigen Trägers durch ein analoges Modulationsignal	59
5.1 Die Amplitudenmodulation	63
5.1.1 Hüllkurvendemodulation	65
5.1.2 Synchrongemodulation	66
5.1.3 Amplitudenmodulation mit unterdrücktem Träger	67
5.1.4 Einseitenbandmodulation	70
5.1.5 Restseitenbandmodulation	74
5.1.6 Amplitudenmodulation und Rauschen	77
5.2 Die Frequenzmodulation	85
5.2.1 Bandbreite eines sinusförmig modulierten FM-Signals	88
5.2.2 Schmalband-Frequenzmodulation	91
5.2.3 Breitband-Frequenzmodulation	94
5.2.4 Erzeugung eines frequenzmodulierten Signals	95
5.2.5 FM-Demodulation	96
5.2.6 Frequenzmodulation und Rauschen	98
5.3 Die Phasenmodulation	117
5.3.1 Schmalband-Phasenmodulation	120
5.3.2 Breitband-Phasenmodulation	122
5.3.3 Zusammenhang zwischen Phasen- und Frequenzmodulation	122
5.3.4 Phasenmodulation und Phasendemodulation	123
5.3.5 Phasenmodulation und Rauschen	124
6 Abgetastete und diskrete Signale	129
6.1 Abtastung im Zeitbereich	129
6.2 Abtastung im Frequenzbereich	132
6.3 Diskrete Signale	134
7 Modulation eines pulsförmigen Trägers durch ein analoges Modulationsignal	140
7.1 Die Pulsamplitudenmodulation	140
7.1.1 Demodulation eines PAM-Signals	144
7.1.2 Pulsamplitudenmodulation und Rauschen	144
7.2 Die Pulsphasenmodulation	146
7.3 Die Pulsdauermodulation	152
7.4 Pulspositionsmodulation und Rauschen	156
8 Die Pulscodemodulation	159
8.1 Generierung eines PCM-Signals	160
8.2 Kompaundierung eines PCM-Signals	164
8.3 Der Max-Lloyd-Algorithmus	169
8.4 Codierverfahren	170
8.5 Übertragung von PCM-Signalen	171
8.6 Pulscodemodulation und Rauschen	175
8.7 Die Differenzpulscodemodulation	187
8.8 Die Deltamodulation	191

8.9 Bitsynchronisation	196
8.10 Codewortsynchronisation	197
9 Modulation eines sinusförmigen Trägers durch ein digitales Modulationsignal	199
9.1 Die Amplitudenumtastung	199
9.1.1 ASK-Modulation und Rauschen	201
9.2 Die Frequenzumtastung	212
9.2.1 FSK-Modulation und Rauschen	214
9.2.2 Frequenzumtastung mit kontinuierlichem Phasenverlauf	218
9.3 Die Phasenumtastung	220
9.3.1 PSK-Modulation und Rauschen	221
9.3.2 Die differentielle Phasenumtastung	222
9.4 Mehrstufige Modulationsverfahren	227
9.4.1 Die mehrstufige Amplitudenumtastung	227
9.4.2 Die mehrstufige Frequenzumtastung	230
9.4.3 Die mehrstufige Phasenumtastung	234
9.4.4 Die Quadraturamplitudenmodulation	238
10 Grundlagen der Informationstheorie	243
10.1 Der Optimalempfänger	244
10.2 Die Kanalkapazität	251
10.3 Die Viterbi-Decodierung	255
Literaturverzeichnis	260
Sachverzeichnis	262