

Inhaltsverzeichnis

1	Grundbegriffe	9	3	Zweiseitenbandmodulation mit unterdrücktem Träger (ZM)	54
1.1	Nachrichtensignal und Nachrichtenträger	9	3.1	Bedeutung des Trägers	54
1.2	Zweck des Nachrichtenträgers	10	3.2	Gegentaktmodulator	55
1.3	Prinzip der Modulation und Demodulation	10	3.3	Ringmodulator	57
1.4	Addition gleichfrequenter sinusförmiger Schwingungen	12	3.4	Produktmodulator	61
1.5	Addition verschiedenfrequenter Schwingungen	14	3.5	Der Produktmodulator als Phasenvergleich	63
1.6	Methode des „ruhenden Zeigers“	17	3.6	Demodulation bei ZM	65
1.7	Schwebung	18	3.7	Anwendung der ZM	66
1.8	Fourier-Analyse	19		Stereo-Rundfunk	66
1.9	Multiplikation zeitabhängiger Größen	21		Farbfernsehtechnik	70
	Sinuslinien gleicher Frequenz und Phase	21	3.8	Mathematische Zusammenhänge	72
	Sinusförmige Schwingungen verschiedener Frequenz	25	3.9	Fragen und Aufgaben	73
	Multiplikation mit nichtsinusförmigen Schwingungen	26	4	Einseitenbandmodulation (EM)	74
1.10	Potenzieren sinusförmiger Schwingungen	28	4.1	Modulationsprinzip	74
	Potenzieren überlagelter Sinusschwingungen	29	4.2	Filtermethode	75
1.11	Nichtlineare Kennlinie	29	4.3	Phasenmethode	78
1.12	Mathematische Zusammenhänge	33	4.4	Demodulation bei EM	79
	Mathematische Darstellung der Sinusschwingung	33	4.5	EB-Modulation in der T _f -Technik	80
	Winkelfunktionen zusammenge-setzter Winkel	33	4.6	Zusammenfassung	82
1.13	Fragen und Aufgaben	35	4.7	Mathematische Zusammenhänge	83
2	Amplitudenmodulation (AM)	36	4.8	Fragen und Aufgaben	84
2.1	Prinzip der AM-Übertragung	36	5	Restseitenbandmodulation (RM)	85
2.2	Erzeugung der Amplitudenmodulation	37	5.1	Erzeugung	85
2.3	Modulationsgrad	38	5.2	Nyquistflanke	86
2.4	Spektrum der AM	39	5.3	Verzerrungen	86
2.5	Zeigerdarstellung der AM	43	5.4	Anwendung in der Fernstechnik	87
2.6	Bandbreite bei AM	44	5.5	Fragen und Aufgaben	88
2.7	Demodulation	45	6	Frequenzmodulation (FM)	89
2.8	Störungen und Übertragungsfehler	48	6.1	Erzeugung der FM	89
2.9	Modulation und Mischung	50	6.2	Modulations- und FM-Schwingung	91
2.10	Mathematische Zusammenhänge	52	6.3	Zusammenhang zwischen Frequenz und Phasenwinkel	93
2.11	Fragen und Aufgaben	53	6.4	Modulationsindex	96
			6.5	Spektrum der FM	98
			6.6	Betrachtung der FM als Überlagerung	100
			6.7	Zeigerdarstellung der FM	102
			6.8	Bandbreite bei FM	104
			6.9	Störunterdrückung durch FM und Übertragungsfehler	105
				Pre- und Deemphasis	106
				Übertragungsfehler	107

6.10	Demodulation der FM	108		Prinzip der n -PSK	135
6.11	Mathematische Zusammenhänge bei FM	113		Beispiel zur Erzeugung von 4-PSK	135
6.12	Fragen und Aufgaben	115		Demodulation von 4-PSK	135
				Anwendungsbeispiele	136
				Nachteil der höherwertigen Tastung.	138
7	Phasenmodulation	116	8.7	n -QAM.	139
7.1	Unterschied Phasenmodulation – Frequenzmodulation	116		Anwendungsbeispiel zu 16-QAM	139
7.2	Erzeugung der Phasenmodulation	117	8.8	Eigenschaften des Digitalsignals	139
7.3	Demodulation	120		Kode und Bezeichnungen	139
7.4	Störungen bei Phasenmodulation – Vergleich mit FM	120		Zeitbeziehungen bei Signalen	140
7.5	Mathematische Zusammenhänge bei Phasenmodulation	121	8.9	Spektrum des Digitalsignals	141
7.6	Fragen und Aufgaben	121		Impulsformung und Band- ausnutzung	143
				Tiefpaß, Roll-off-Faktor	143
				Einschwingzeit, Bandbreite	143
8	Digitale Modulation (Tastung)	122		Schrittgeschwindigkeit und Bandbreite	144
8.1	Grundbegriffe	122		Bandbreiteausnutzung	144
	Gleich- und Wechselstrom- tastung	122	8.10	Kanalkodierung	145
	Schrittgeschwindigkeit	123		AMI-Kode	145
	Datenübertragungsgeschwindig- keit	123		HDB- n -Kode.	146
	Punktfrequenz	123		B6ZS-Kode	146
8.2	Digitale Modulation im Basis- band	124		4B/3T-Kode	146
	Harte und weiche Tastung	124		Partial-Response-Kode.	146
	Bandbreite bei Basisband- übertragung	124		IRIG-standardisierte Kodes	147
	Kanalkode	124		Verwürfelung	148
	Anwendungsbeispiel: Datenanschlußgerät	124	8.11	Eigenschaften des PN-Signals	149
8.3	Amplitudentastung (ASK)	126		Bitfehler und Verzerrungen	150
	Tönende und tonlose Tastung	126		Digitalfehler	150
	Spektrum.	126		Fehlerhäufigkeit, Bitfehlerquote	150
	Bandbreite bei Amplituden- tastung	127		Jitter und Wander	150
	Anwendungsbeispiel: AM-Wechselstromtelegrafie	128		Entscheidungsschaltung und Regenerator	150
8.4	Frequenzastung (FSK)	128		Augendiagramm	150
	Prinzip der FSK	128	8.12	Schrittverzerrung.	151
	Erzeugung von FSK	128		Rauschen im Basisband	151
	Demodulation von FSK	129		Bitfehlerquote bei getragener Übertragung	152
	Anwendungsbeispiele für FSK	129		Höherwertige Tastung	153
8.5	Phasentastung (2-PSK und 2-DPSK).	131		Mathematische Zusammenhänge	154
	Modulator für 2-PSK	131		Der Dirac-Impuls	154
	Demodulator für 2-PSK	132		Die si-Funktion.	154
	Spektrum.	132		Idealer Tiefpaß und Einschwing- verhalten	154
	Differenzphasenmodulation DPSK	132	8.13	Einschwingzeit des Tiefpasses	155
8.6	Höherwertige Phasentastung (n -PSK)	133		Fragen und Aufgaben	155
	Zweck der höherwertigen Tastung	135			
			9	Pulsmodulation (PM)	157
			9.1	Arten und Begriffe der Pulsmodulation.	157
			9.2	Erzeugung der PAM	158
			9.3	Spektrum bei PAM.	161
			9.4	Demodulation von PAM	163

9.5	Übertragungsprobleme.	165	10.5	Kodierer und Dekodierer	184
	Rahmennebensprechen	165		Zählverfahren	184
	Alias-Effekt, Unterabtastung	166		Wägeverfahren	186
	Rauschen, selektive und impulsförmige Störer.	166		Parallelverfahren	189
9.6	Impulsantwort und Abtast- theorem	167		Dekodierer	190
9.7	Pulsdauermodulation.	168	10.6	Mehrkanalübertragung.	191
	Erzeugung der PDM	168	10.7	Regenerativverstärker	193
	Demodulation der PDM	171		Regenerierung	193
9.8	Pulsphasenmodulation	171		Verstärker	195
	Erzeugung von PPM	171		Bitfehler	195
	Synchronisation	171	10.8	Zusammenfassung	196
	Spektrum der PPM	172	10.9	Nachrichtentheoretische Zusammenhänge	197
	Demodulation der PPM	173	10.10	Fragen und Aufgaben	199
9.9	Pulsfrequenzmodulation	173			
9.10	Fragen und Aufgaben	175	11	Sonstige Modulationen	200
10	Pulskodemodulation (PCM)	176	11.1	Quadraturmodulation in der Farbfernsehtechnik.	200
10.1	Prinzip der PCM	176		Leuchtdichte- und Farb- differenzsignal	200
	PCM im Einzelkanal	176		Modulation.	200
10.2	Quantisierung und Kodierung	177		Farbkreis	201
	Quantisierungsbereich und -intervalle	177		Demodulation	201
	Kodewortlänge	177	11.2	Deltamodulation (DM)	204
	Übertragungsgeschwindigkeit	178	11.3	Modulation durch Amplituden- begrenzung.	206
10.3	Quantisierungsgeräusch	178	11.4	Intermodulation	208
	Ursache des Quantisierungs- geräusches	178	11.5	Lichtwellenmodulation.	211
	Quantisierungsgeräuschabstand	178	12	Antworten und Lösungen	216
	Aussteuerungsabhängigkeit des Quantisierungsgeräuschabstands.	179		Literaturverzeichnis	219
10.4	Kompandierung	180		Stichwortverzeichnis	223
	Momentanwertkompandierung	180			
	Digitale Kompandierung	180			
	13-Segment-Kompander- kennlinie	181			