

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen	1
1.1 Einführung in die Nachrichtenübertragung	1
1.1.1 Inhalt und Umfeld der Kommunikationstechnik	1
1.1.2 Die grundlegenden Methoden der Kommunikationstechnik	5
1.1.3 Die Vorzüge der digitalen Informationsübertragung	15
1.1.4 Grundlagen der Informationstheorie.....	23
1.1.5 Pegel und Dämpfungen	29
1.1.6 Systems Engineering in der Nachrichtentechnik	34
1.1.7 Der Übertragungskanal.....	37
1.1.8 Die Kanalkapazität und der Nachrichtenquader	46
1.1.9 Einführung in die Technik der Modulation	61
1.1.10 Einführung in die Technik der Nachrichtennetze	70
1.1.11 Das elektromagnetische Spektrum	75
1.1.12 Normen und Normungsgremien	78
1.1.13 Meilensteine der elektrischen Nachrichtentechnik	79
1.1.14 Die wirtschaftliche und soziale Bedeutung der Telekommunikation	81
1.2 Verzerrungen bei der Signalübertragung.....	85
1.2.1 Definition der verzerrungsfreien Übertragung.....	85
1.2.2 Lineare Verzerrungen.....	89
1.2.2.1 Definition.....	89
1.2.2.2 Messung mit dem Nyquistverfahren.....	90
1.2.2.3 Gegenmassnahme: Lineare Entzerrung und Echokompensation.....	94
1.2.3 Nichtlineare Verzerrungen	99
1.2.3.1 Definition.....	99
1.2.3.2 Klirrfaktormessung (Eintonmessung).....	100
1.2.3.3 Intermodulationsmessung (Zweitonmessung)	102
1.2.3.4 Rauschklimrmessung („Vieltonmessung“).....	103
1.2.3.5 Gegenmassnahme: Nichtlineare Entzerrung.....	104
1.3 Verbesserung des Störabstandes.....	104
1.3.1 Lineare Methoden.....	104
1.3.1.1 Filterung	104
1.3.1.2 Preemphase.....	105
1.3.1.3 Kompensation.....	105
1.3.2 Nichtlineare Methoden: Silben- und Momentanwertkompannder.....	106
2 Digitale Übertragung im Basisband.....	107
2.1 Einführung.....	107
2.2 Asynchrone und synchrone Übertragung	109
2.3 Leitungscodierung	112
2.4 Zweiwertige (binäre) und mehrwertige Übertragung	118
2.5 Die Übertragungsbandbreite.....	119
2.6 Inter-Symbol-Interference (ISI) und Pulsformung	119
2.7 Sender, Empfänger und Repeater	125
2.8 Der Einfluss von Störungen: Bitfehler	134

3 Modulation	143
3.1 Analoge Modulation eines Pulsträgers	143
3.2 Die Puls-Code-Modulation (PCM).....	145
3.2.1 Das Funktionsprinzip der PCM	145
3.2.2 Das Quantisierungsrauschen bei linearer Quantisierung	147
3.2.3 Nichtlineare Quantisierung (Kompanidierung).....	151
3.2.4 Die Übertragungsbandbreite der PCM.....	156
3.2.5 Der Einfluss von Bitfehlern bei PCM.....	157
3.2.6 Der Modulationsgewinn der PCM.....	158
3.3 Analoge Modulation eines harmonischen Trägers	161
3.3.1 Einführung	161
3.3.2 Die Mischung (double sideband suppressed carrier, DSSC)	163
3.3.2.1 Multiplikative Mischung	165
3.3.2.2 Additive Mischung	167
3.3.2.3 Demodulation	167
3.3.3 Amplitudenmodulation (AM).....	169
3.3.3.1 Gewöhnliche AM.....	169
3.3.3.2 Zweiseitenband-AM mit vermindertem Träger.....	178
3.3.3.3 Einseitenbandmodulation (SSB).....	178
3.3.3.4 Restseitenbandmodulation (VSB).....	181
3.3.3.5 Independent Sideband (ISB).....	182
3.3.3.6 Quadratur-AM	182
3.3.4 Winkelmodulation (FM und PM)	183
3.3.4.1 Grosshub-Winkelmodulation.....	183
3.3.4.2 Kleinhub-FM	191
3.3.4.3 Modulatoren und Demulatoren	192
3.3.5 Das Störverhalten der analogen Modulationsverfahren.....	194
3.3.6 Die Quadratur-Darstellung von modulierten Signalen	199
3.4 Digitale Modulation eines harmonischen Trägers	201
3.4.1 Einführung	201
3.4.2 Amplitudenumtastung (ASK).....	203
3.4.3 Frequenzumtastung (FSK).....	205
3.4.4 Phasenumtastung (PSK, DPSK, QPSK, OQPSK).....	206
3.4.5 Quadratur-Amplitudenmodulation (QAM).....	213
3.4.6 Trelliscodierte Modulation (TCM)	219
3.4.7 Orthogonaler Frequenzmultiplex (OFDM).....	221
3.5 Mehrfachmodulation	224
3.6 Spread-Spectrum-Technik (Bandspreiztechnik).....	225
4 Codierung	229
4.1 Quellencodierung.....	230
4.1.1 Redundanzreduktion (Algorithmische Kompression).....	230
4.1.2 Irrelevanzreduktion (Entropiereduktion)	236
4.1.3 Prädiktive Codierung.....	238
4.1.3.1 Differentielle PCM (DPCM)	238
4.1.3.2 Deltamodulation (DM), adaptive DM und Sigma-DM.....	240
4.1.4 Kompression von Sprachsignalen.....	245
4.1.5 Kompression von Audiosignalen nach MPEG	248
4.1.6 Kompression von Bildsignalen nach JPEG	252
4.1.7 Kompression von Videosignalen nach MPEG.....	260

4.2	Chiffrierung	265
4.2.1	Einführung	265
4.2.2	Symmetrische Chiffrierverfahren	266
4.2.3	Asymmetrische Chiffrierverfahren (Public Key - Systeme)	268
4.2.4	Hash-Funktionen	268
4.2.5	Kryptographische Protokolle	269
4.3	Kanalcodierung	271
4.3.1	Einführung	271
4.3.2	Blockcodes	275
4.3.2.1	Einführung	275
4.3.2.2	Lineare Blockcodes	279
4.3.2.3	Zyklische Blockcodes	281
4.3.2.4	RS-Codes und BCH-Codes	284
4.3.2.5	Soft Decision Decoding	285
4.3.2.6	Interleaver und verschachtelte Codes	285
4.3.3	Faltungscodes	286
4.3.4	Turbo-Codes	288
4.3.5	Die Auswahl des Codierverfahrens	289
4.3.6	Der Codierungsgewinn	291
4.3.7	Die weitgehend sichere Punkt-Punkt-Verbindung	296
5	Systemkomponenten und Übertragungsmedien	299
5.1	Empfängertechnik	299
5.1.1	Geradeempfänger, Einfach- und Doppelsuperhet	299
5.1.2	Der digitale Empfänger	308
5.1.2.1	Abtastung von Bandpass-Signalen	308
5.1.2.2	Analytische Signale und Hilbert-Transformation	311
5.2	PLL und Frequenzsynthese	322
5.2.1	Der Phase Locked Loop (PLL)	322
5.2.2	Frequenzsynthese	323
5.3	Antennen	330
5.3.1	Elektromagnetische Wellen	330
5.3.2	Antennenbauformen und Kenngrößen	332
5.3.3	Antennengruppen	337
5.3.4	Antennenrauschen	338
5.4	Drahtlose Übertragung	339
5.4.1	Übersicht über die Ausbreitungseffekte	339
5.4.2	Übertragung im Bereich unter 3 MHz	340
5.4.3	Übertragung im Bereich 3 MHz bis 30 MHz (Kurzwellen)	341
5.4.4	Übertragung im Bereich 30 MHz bis 1 GHz	346
5.4.5	Übertragung im Bereich über 1 GHz (Mikrowellen)	347
5.4.6	Ein mathematisches Kanalmodell	351
5.4.7	Zusammenfassung	353
5.5	Medien für die leitergebundene Übertragung	354
5.5.1	Verdrillte Leitungen	354
5.5.2	Koaxialkabel	355
5.5.3	Lichtwellenleiter (LWL)	357
5.5.3.1	Einführung	357
5.5.3.2	Die optische Faser	358
5.5.3.3	Elektrisch-optische Wandler	360

5.5.3.4	Optische Strecken	361
5.5.3.5	Modulation und Multiplexierung.....	362
5.5.3.6	Zukunftsaussichten	363
5.5.4	Zusammenfassung	364
5.6	Systembeispiele	365
5.6.1	Digitale Rundfunktechnik.....	365
5.6.1.1	Digitaler Lang-, Mittel- und Kurzwellenrundfunk (DRM).....	365
5.6.1.2	Digital Audio Broadcasting (DAB)	367
5.6.1.3	Digital Video Broadcasting (DVB)	369
5.6.2	Funksysteme	371
5.6.2.1	Kurzwellenfunksysteme	371
5.6.2.2	Richtfunksysteme	374
5.6.2.3	Satellitentechnik	380
5.6.2.4	Weitere Drahtlossysteme	387
5.6.3	ADSL.....	388
5.6.4	Information übertragen oder transportieren?	389
Hinweise zur Weiterarbeit		391
Literaturverzeichnis		393
Verzeichnis der Formelzeichen		397
Verzeichnis der Abkürzungen		401
Sachwortverzeichnis.....		407