

2789-0853

Martin Meyer

Kommunikations- technik

**Konzepte der modernen
Nachrichtenübertragung**

Mit 402 Abbildungen und 52 Tabellen

Herausgegeben von Otto Mildenberger



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.....	6
1.1.3 Die Vorzüge der digitalen Informationsübertragung	16
1.1.4 Grundlagen der Informationstheorie.....	24
1.1.5 Systems Engineering in der Nachrichtentechnik	31
1.1.6 Pegel und Dämpfungen	34
1.1.7 Der Übertragungskanal.....	38
1.1.8 Die Kanalkapazität und der Nachrichtenquader	49
1.1.9 Einführung in die Technik der Modulation	64
1.1.10 Einführung in die Technik der Nachrichtennetze	75
1.1.11 Das elektromagnetische Spektrum.....	80
1.1.12 Normen und Normungsgremien	83
1.1.13 Meilensteine der elektrischen Nachrichtentechnik	85
1.1.14 Die wirtschaftliche und soziale Bedeutung der Telekommunikation.....	87
1.2 Verzerrungen bei der Signalübertragung	93
1.2.1 Definition der verzerrungsfreien Übertragung.....	93
1.2.2 Lineare Verzerrungen.....	96
1.2.2.1 Definition.....	96
1.2.2.2 Messung mit dem Nyquistverfahren	98
1.2.2.3 Gegenmassnahme: Lineare Entzerrung und Echokompensation	102
1.2.3 Nichtlineare Verzerrungen	107
1.2.3.1 Definition.....	107
1.2.3.2 Klirrfaktormessung (Eintonmessung).....	108
1.2.3.3 Intermodulationsmessung (Zweittonmessung).....	110
1.2.3.4 Rauschklirrmessung ("Vieltonmessung")	111
1.2.3.5 Gegenmassnahme: Nichtlineare Entzerrung.....	112
1.3 Verbesserung des Störabstandes.....	112
1.3.1 Lineare Methoden.....	112
1.3.1.1 Filterung	112
1.3.1.2 Preemphase.....	113
1.3.1.3 Kompensation.....	114
1.3.2 Nichtlineare Methoden	114
1.3.2.1 Momentanwertkompander	114
1.3.2.2 Silbenkompander.....	115

2	DIGITALE ÜBERTRAGUNG IM BASISBAND	117
2.1	Einführung	117
2.2	Asynchrone und synchrone Übertragung	119
2.3	Zweiwertige (binäre) und mehrwertige Übertragung	122
2.4	Leitungscodierung	123
2.5	Die Übertragungsbandbreite	129
2.6	Inter-Symbol-Interference (ISI) und Pulsformung	130
2.7	Sender, Empfänger und Repeater	135
2.8	Der Einfluss von Störungen: Bitfehler	144
3	MODULATION	153
3.1	Analoge Modulation eines harmonischen Trägers	153
3.1.1	Einführung	153
3.1.2	Die Mischung (lineare Modulation, LM, DSSC)	154
3.1.2.1	Multiplikative Mischung	157
3.1.2.2	Additive Mischung	159
3.1.2.3	Demodulation	160
3.1.3	Amplitudenmodulation (AM)	161
3.1.3.1	Gewöhnliche AM	161
3.1.3.2	Zweiseitenband-AM mit vermindertem Träger	170
3.1.3.3	Einseitenbandmodulation (SSB)	171
3.1.3.4	Restseitenbandmodulation (VSB)	175
3.1.3.5	Independent Sideband (ISB)	176
3.1.3.6	Quadratur-AM	176
3.1.4	Winkelmodulation (FM und PM)	177
3.1.4.1	Grosshub-Winkelmodulation	177
3.1.4.2	Kleinhub-FM	185
3.1.4.3	Modulatoren und Demodulatoren	187
3.1.5	Das Störverhalten der analogen Modulationsverfahren	189
3.1.6	Die Quadratur-Darstellung von modulierten Signalen	193
3.2	Analoge Modulation eines Pulsträgers	196
3.3	Digitale Modulation eines Pulsträgers	198
3.3.1	Puls-Code-Modulation (PCM)	198
3.3.1.1	Das Funktionsprinzip der PCM	198
3.3.1.2	Quantisierungsrauschen	199
3.3.1.3	Nichtlineare Quantisierung (Kompanidierung)	204

3.3.2 Prädiktive Codierung.....	209
3.3.2.1 Differentielle PCM (DPCM).....	209
3.3.2.2 Das Prinzip der prädiktiven Codierung	210
3.3.2.3 Deltamodulation (DM), adaptive DM und Sigma-DM.....	211
3.3.3 Die Übertragungsbandbreite bei PCM	217
3.3.4 Der Einfluss von Bitfehlern bei PCM.....	218
3.3.5 Der Modulationsgewinn der PCM.....	219
3.4 Digitale Modulation eines harmonischen Trägers	222
3.4.1 Einführung.....	222
3.4.2 Amplitudenumtastung (ASK).....	224
3.4.3 Frequenzumtastung (FSK).....	225
3.4.4 Phasenumtastung (PSK, DPSK, QPSK, OQPSK).....	227
3.4.5 Quadratur-Amplitudenmodulation (QAM).....	234
3.4.6 Orthogonaler Frequenzmultiplex (OFDM).....	240
3.5 Mehrfachmodulation.....	243
3.6 Bezeichnung der Modulationsarten.....	244
4 CODIERUNG.....	249
4.1 Quellencodierung.....	250
4.1.1 Redundanzreduktion (Algorithmische Kompression).....	251
4.1.2 Irrelevanzreduktion (Entropiereduktion).....	256
4.1.3 Kompression von Sprachsignalen.....	257
4.1.4 Kompression von Audiosignalen nach MPEG	261
4.1.5 Kompression von Bildsignalen nach JPEG	265
4.1.6 Kompression von Videosignalen nach MPEG	273
4.2 Chiffrierung	278
4.2.1 Einführung.....	278
4.2.2 Symmetrische Chiffrierverfahren	279
4.2.3 Asymmetrische Chiffrierverfahren (Public Key - Systeme)	281
4.2.4 Hash-Funktionen	281
4.2.5 Kryptographische Protokolle.....	282
4.3 Kanalcodierung.....	284
4.3.1 Einführung.....	284
4.3.2 Blockcodes	288
4.3.3 Faltungscodes.....	299
4.3.4 Die Auswahl des Codierverfahrens	302
4.3.5 Der Codierungsgewinn.....	304
4.3.6 Die "sichere" Punkt-Punkt-Verbindung.....	309

5	ÜBERTRAGUNGSSYSTEME UND -MEDIEN	313
5.1	Rundfunktechnik.....	313
5.1.1	Hörrundfunk	313
5.1.1.1	AM-Rundfunk.....	313
5.1.1.2	FM-Rundfunk	315
5.1.1.3	Digital Audio Broadcasting (DAB).....	316
5.1.1.4	Digitaler Lang-, Mittel- und Kurzwellenrundfunk.....	318
5.1.2	Fernsehen.....	319
5.1.2.1	Schwarz-Weiss-Fernsehen	319
5.1.2.2	Farbfernsehen	322
5.1.2.3	Digitales Fernsehen (DVB)	324
5.2	Empfängertechnik.....	327
5.2.1	Geradeusempfänger, Einfach- und Doppelsuperhet.....	327
5.2.2	Der digitale Empfänger	335
5.2.2.1	Abtastung von Bandpass-Signalen.....	335
5.2.2.2	Analytische Signale und Hilbert-Transformation	338
5.3	Spread-Spectrum-Technik (Bandpreiztechnik).....	350
5.4	PLL und Frequenzsynthese.....	353
5.4.1	Der Phase Locked Loop (PLL).....	353
5.4.2	Frequenzsynthese.....	354
5.5	Drahtlose Übertragung	362
5.5.1	Antennen.....	364
5.5.2	Übersicht über die Ausbreitungseffekte.....	369
5.5.3	Übertragung im Bereich unter 3 MHz	370
5.5.4	Übertragung im Bereich 3 MHz bis 30 MHz (Kurzwellen)	371
5.5.5	Übertragung im Bereich 30 MHz bis 1 GHz.....	387
5.5.6	Übertragung im Bereich über 1 GHz (Mikrowellen).....	388
5.5.7	Satellitentechnik	397
5.5.8	Zusammenfassung	405
5.6	Medien für die leitergebundene Übertragung	405
5.6.1	Verdrillte Leitungen	406
5.6.2	Koaxialkabel.....	408
5.6.3	Lichtwellenleiter (LWL).....	409
5.6.3.1	Einführung.....	409
5.6.3.2	Die optische Faser	410
5.6.3.3	Elektrisch-optische Wandler.....	412
5.6.3.4	Optische Strecken.....	414
5.6.3.5	Modulation und Multiplexierung.....	414
5.6.3.6	Zukunftsaussichten	416
5.6.4	Neue Konzepte für den Local Loop.....	416
5.6.5	Zusammenfassung	419

6 NACHRICHTENNETZE	421
6.1 Das OSI-Modell	421
6.2 Techniken für LAN und MAN	427
6.2.1 Vielfachzugriff (MAC-Teilschicht)	427
6.2.1.1 FDMA: Separierung auf der Frequenzachse	428
6.2.1.2 TDMA: Separierung auf der Zeitachse	428
6.2.1.3 CDMA: Separierung durch Codes	428
6.2.1.4 CSMA/CD: Separierung durch Wettbewerb	428
6.2.1.5 Polling / DAMA: Separierung durch Moderation	429
6.2.1.6 Token-Passing: Separierung durch Reservation	429
6.2.2 Logical Link Control (LLC)	430
6.2.3 LAN-Segmentierung	432
6.2.4 Systembeispiele	433
6.2.4.1 Ethernet, Fast Ethernet und Giga-Ethernet	433
6.2.4.2 Token-Bus, Token-Ring und FDDI (Fibre Distributed Data Interface)	437
6.2.4.3 DQDB (Distributed Queue Dual Bus)	439
6.3 Techniken für WAN	440
6.3.1 Vermittlung	440
6.3.1.1 Leitungsvermittlung	441
6.3.1.2 Paketvermittlung (Datagram, Virtual Circuit)	443
6.3.2 Multiplexierung	449
6.3.2.1 Trägerfrequenznetze	449
6.3.2.2 Plesiochrone digitale Hierarchie (PDH)	450
6.3.2.3 Synchrone digitale Hierarchie (SDH)	452
6.3.3 Routing	455
6.3.4 Fluss-Steuerung	456
6.3.5 Systembeispiele	456
6.3.5.1 Frame Relay	456
6.3.5.2 ATM (Asynchroner Transfer Mode)	457
6.4 Protokolle und Architekturen	460
6.4.1 TCP/IP-Protokolle	460
6.4.2 ISDN und B-ISDN (Integrated Services Digital Network)	462
6.5 Funknetze	463
6.5.1 Betriebsfunknetze	463
6.5.2 Zellular-Funknetze	463
6.5.3 Bündelfunknetze	465
6.5.4 Satellitennetze	465
6.6 Messtechnik an Datennetzen	466
6.7 Netzmanagement	467

HINWEISE ZUR WEITERARBEIT	469
LITERATURVERZEICHNIS	471
VERZEICHNIS DER FORMELZEICHEN.....	475
VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN.....	479
SACHWORTVERZEICHNIS	485