

Telekommunikationstechnik

Informationsübertragung und Netze

Von Professor Dr.-Ing. Hermann Weidenfeller
Fachhochschule Frankfurt/Main
Professor Dr.-Ing. Thorsten Benkner
Fachhochschule Pforzheim

Mit 337 Bildern und 59 Tabellen



J. Schlemmbach Fachverlag

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	iii
1	Elemente der Informationstheorie und Quellencodierung	1
1.1	Informationstheorie	2
1.1.1	Quellen und Senken	3
1.1.2	Kanäle	8
1.1.2.1	Diskrete Kanäle	8
1.1.2.2	Zeit- und wertkontinuierlicher Kanal bei additivem Rauschen, Gaußscher Kanal	12
1.2	Quellencodierung	16
1.2.1	Quellen-Codes, Codierverfahren	20
2	Signalübertragung	27
2.1	Puls-Amplituden-Modulation (PAM)	28
2.2	Puls-Code-Modulation (PCM)	30
2.2.1	Lineare Quantisierung	32
2.2.2	Nichtlineare Quantisierung	33
2.3	Adaptive Differenz-Puls-Code-Modulation (ADPCM)	35
2.4	Delta-Modulation (DM)	37
2.5	Basisband-Übertragung auf metallischen Leitungen	38
2.5.1	Ideales Basisband-Übertragungssystem	40
2.5.2	Merkmale realer Basisband-Übertragungssysteme	42
2.5.2.1	Impulsformung, Augendiagramm	42
2.5.3	Leitungscodierung	51
2.5.3.1	Scrambler-Descrambler	51
2.5.3.2	Ternäre Leitungscodes	54
2.5.3.3	Binäre Leitungscodes	56
2.5.4	Symbolfehler-Wahrscheinlichkeit bei m-stufiger Übertragung ...	57
2.6	Signalübertragung auf Lichtwellenleitern	60

2.6.1	LWL-Impulsübertragung	62
2.6.1.1	Impulsübertragung beim Einmoden-Lichtwellenleiter	64
2.6.1.2	Impulsübertragung auf Mehrmoden-Lichtwellenleitern	65
2.6.2	LWL-Modulationsverfahren	66
2.6.2.1	Intensitätsmodulation	67
2.6.2.2	Kohärente optische Modulationsverfahren	69
2.6.3	LWL-Netzwerk-Komponenten	71
2.6.3.1	Koppel- und Steckerverluste an optischen Datenbus-Systemen ..	72
2.7	Digitale Sinusträger-Modulation	73
2.7.1	Amplitudentastung (ASK)	75
2.7.2	Phasenumtastung (PSK)	80
2.7.3	Amplituden-Phasen-Tastung	86
2.7.4	Frequenzumtastung	90
2.7.4.1	Frequenzumtastung mit stetigen Phasensprüngen	90
2.7.4.2	Continuous Phase Modulation (CPM)	95
2.8	Übertragung hoher Bitraten im teilnehmernahen Bereich	96
2.8.1	HDSL- und VHDSL-Verfahren	97
2.8.2	ADSL	98
3	Kanalcodierung	105
3.1	Begriffe der Kanalcodierung	105
3.2	Fehlerkorrektur durch wiederholte Aussendung, Parity-Codes ..	110
3.3	Binäre (lineare) Blockcodes	113
3.4	Zyklische binäre Blockcodes	118
3.4.1	CRC-Verfahren	127
3.4.2	Binäre BCH-Codes	128
3.5	Reed-Solomon-Codes	136
3.6	Faltungscodes	137
3.6.1	Decodierung von Faltungscodes	142
3.7	Codierte Modulation	145
4	Multiplexverfahren	153
4.1	Einführung	154
4.2	Frequenzmultiplex	157
4.3	Zeitmultiplex	160
4.3.1	Plesiochrone Digitale Hierarchie (PDH)	163
4.3.2	Synchrone Digitale Hierarchie (SDH)	168
4.3.2.1	Einleitung	168
4.3.2.2	Rahmenaufbau und synchrones Multiplexen	170
4.3.3	Overhead	175
4.3.3.1	Auswirkungen auf die Netztechnik	177
4.4	Codemultiplex	178

4.4.1	Grundlagen der Spreizspektrumtechnik	178
4.4.2	Spreizsequenzen	181
4.4.2.1	M-Sequenzen	182
4.4.2.2	Walsh-Folgen	185
4.4.3	DS-CDMA	186
4.4.4	FH-CDMA	188
4.5	Stochastische Zugriffsverfahren	190
4.5.1	ALOHA-Verfahren	190
4.5.2	CSMA-Verfahren	196
4.5.2.1	Persistent CSMA	197
4.5.2.2	Non-Persistent CSMA	199
4.5.2.3	p-Persistent CSMA	199
4.6	Token-Passing	200
4.7	Weitere Verfahren	202
4.8	Duplexverfahren	206
4.8.1	Frequenzduplex	206
4.8.2	Zeitduplex	209
4.8.3	Gabelschaltung und Echokompensation	212
5	Feste Telekommunikationsnetze	217
5.1	OSI-Referenzmodell	222
5.2	Protokolle	233
5.2.1	ARQ-Protokolle	233
5.2.2	HDLC-Protokoll	238
5.2.3	Protokoll X.21	242
5.2.4	Protokoll X.25	247
5.2.5	Zeichengabesystem Nr. 7 (ZGS Nr.7)	249
5.2.6	Protokoll-Familie TCP/IP	254
5.3	Local Area Networks (LANs)	256
5.3.1	Token-Ring und Token-Bus	258
5.3.2	Ethernet	261
5.4	Koppelemente	265
5.5	Metropolitan Area Networks (MANs)	270
5.5.1	Fiber Distributed Data Interface (FDDI)	270
5.5.2	Distributed Queue Dual Bus (DQDB)	272
5.5.3	ATM-MAN	275
5.6	Wide Area Networks (WANs)	279
5.6.1	Integrated Service Digital Network (ISDN)	280
5.6.1.1	Schnittstellen S_0 , U_{K0} , U_{K2}	281
5.6.1.2	Teilnehmersignalisierung	286
5.6.1.3	Signalisierung zwischen Netzknoten	289
5.6.2	B-ISDN	290

5.6.3	Frame-Relay-Netze	296
5.6.4	Datex-P	298
5.7	Global Area Networks (GANs).....	299
5.7.1	Globales Fernsprechnet	301
5.7.2	Internet	303
5.7.2.1	Netzkonzept	303
5.7.2.2	IP-Adressen	305
5.7.2.3	Adressauflösung	309
5.7.2.4	IP-Internet-Protokoll	313
5.7.2.5	Routing von IP-Datagrammen	320
5.7.2.6	ICMP	322
5.7.2.7	Router-Protokolle	326
5.7.2.8	UDP-User Datagram Protocol	331
5.7.2.9	TCP-Transmission Control Protocol	333
5.7.2.10	DNS-Domain Name System	338
5.7.2.11	Telnet und FTP	339
5.7.2.12	SMTP-Simple Mail Transfer Protocol	342
5.7.2.13	World Wide Web	345
5.7.2.14	SNMP-Simple Network Management Protocol	348
5.7.2.15	VoIP-Voice over IP	349
5.7.2.16	IPv6-nächste Generation	351
6	Mobilfunknetze	357
6.1	Entwicklung der Mobilkommunikation	358
6.2	Grundprobleme des zellularen Mobilfunks	362
6.2.1	Funkfelddämpfung	362
6.2.2	Mehrwegeausbreitung	364
6.2.3	Zellularer Netzaufbau	366
6.2.4	Teilnehmermobilität	368
6.3	GSM	370
6.3.1	Dienste	371
6.3.2	Systemarchitektur	373
6.3.2.1	Luftschnittstelle	378
6.4	UMTS	383
6.4.1	Systemarchitektur	385
6.4.2	WCDMA	389
6.4.2.1	UMTS-Leistungsmerkmale	389
6.4.2.2	Physikalische Kanäle und Transportkanäle	391
6.4.2.3	Downlink	393
6.4.2.4	Uplink	396
6.4.2.5	Multiplex und Kanalcodierung	397
6.4.2.6	Spreizung und Modulation	399

6.4.3	TD-CDMA	407
6.5	DECT	410
6.5.1	Leistungsmerkmale	410
6.5.2	Referenzmodell	412
6.5.3	Bitübertragungsschicht	413
6.5.4	Medium Access Control (MAC-) Layer	414
6.6	Wireless-LAN	417
7	Digitale Vermittlungstechnik	419
7.1	Nachrichten-Verkehrstheorie, Bedientheorie	420
7.1.1	Statistische Eigenschaften des Nachrichtenverkehrs	421
7.1.2	Verlustsysteme	425
7.1.3	Wartesysteme	429
7.1.4	Warte-Verlust-Systeme	432
7.1.5	Warteschlangen-Bearbeitung	433
7.2	Leitungsvermittlung (Durchschaltvermittlung)	435
7.2.1	Koppelnetze für die Leitungsvermittlung	436
7.2.2	Wegesuche bei Leitungsvermittlung	444
7.2.3	Prinzip eines Vermittlungssystems für die Durchschalte- vermittlung	447
7.3	Paketvermittlung (Speichervermittlung)	448
7.3.1	Prinzipien der Paketvermittlung	449
7.3.2	Koppelnetze für die Paketvermittlung	453
7.3.2.1	ATM-Switch	457
7.3.3	Wegesuche bei Paketvermittlung (Routing)	459
	Literaturverzeichnis	467
	Index	475