
Inhaltsverzeichnis

1	Physikalische Grundlagen	1
1.1	Signale	1
1.1.1	Kontinuierliche und diskrete Signale	3
1.1.2	Energie- und Leistungssignale	5
1.2	Approximation von Signalen mit Elementarfunktionen	8
1.3	Übertragungssysteme	12
1.3.1	Lineare, zeitinvariante Übertragungssysteme	15
1.3.2	Bandbreitenbeschränkung	21
1.4	Abtastsysteme	21
1.5	Maximale Datenrate über einen Übertragungskanal	27
1.6	Modulation und Demodulation	28
1.6.1	Amplitudenmodulation (AM)	31
1.6.2	Winkelmodulation	35
1.6.3	Tastverfahren	37
1.6.4	Quadraturamplitudenmodulation QAM	38
1.6.5	Pulsmodulation	40
1.7	Signalübertragung über Leitungen und freien Raum	41
1.7.1	Leistungsarten	42
1.8	Leitungsgebundene Übertragungsstrecke	48
1.8.1	Symmetrische und asymmetrische Signalübertragung	49
1.8.2	Verzerrung des Signals der Quelle	51
1.9	Bustreiber	58
2	Grundlagen der Datenübertragung	63
2.1	Übertragungsarten	67
2.1.1	Übertragungsrichtung	68
2.1.2	Multiplexverfahren	68
2.1.3	Vermittlungsart	69

2.1.4 Datenparallelität.....	71
2.1.5 Synchronität der Datenströme.....	72
2.2 Synchronisation auf Bitebene	73
2.2.1 Handshake-Verfahren	75
2.2.2 Start-Stopp-Verfahren.....	79
2.2.3 Start-Stopp-Verfahren auf Blockebene.....	80
2.2.4 Leitungscodes (Leitungskodierung).....	80
2.2.5 Verwürfler.....	83
2.3 Datensicherung.....	85
2.3.1 Fehlererkennung	86
Paritätsprüfung	88
Zyklische Redundanzprüfung	90
2.3.2 Fehlerkorrektur	95
Hamming-Code.....	95
Faltungscodes.....	97
Echoüberwachung.....	101
Wiederholungsanforderung (ARQ - Automatic Repeat Request)	101
2.4 Netzwerktopologien	102
2.4.1 Klassifikation	103
Klassifikation nach Entfernung.....	104
Klassifikation nach Gleichartigkeit der Teilnehmer.....	105
Klassifikation nach Blockierung.....	106
Klassifikation nach Topologie	107
2.4.2 Statische Netzwerke.....	108
2.4.3 Dynamische Netzwerke	111
m x n-Kreuzschienenverteiler (Crossbar)	113
Permutationsnetzwerke	113
Clos-Netzwerk	120
2.5 Übertragungsprotokolle.....	121
2.5.1 Protokollhierarchie.....	122
3 Grundlagen von Schnittstellen und Bussen	125
3.1 Schnittstellen und Busse	125
3.2 Parallele und serielle Busse.....	127
3.2.1 Aufbau paralleler Busse.....	128
3.2.2 Aufbau serieller Busse	130
3.3 Buszyklus	130
3.3.1 Busarbitrierung / Medienzugriff	130
Arbitrierungsverfahren für parallele Busse.....	131

Arbitrierungsverfahren für serielle Busse	134
3.3.2 Datenübertragung.....	140
4 Systembusse.....	141
4.1 Grundlagen.....	141
4.1.1 Anforderungen an Systembusse.....	142
4.1.2 Wichtige Parameter.....	145
4.1.3 Architekturfortschritt	149
4.1.4 Technologiefortschritt.....	155
4.1.5 Physikalische und mechanische Realisierungen.....	156
4.2 Cache-Kohärenz.....	157
4.3 Entwicklung der Systembusse am Beispiel des PC	160
4.3.1 Intel 80x86-Mikroprozessorgenerationen.....	161
4.3.2 ISA (AT-Bus).....	161
4.3.3 MCA (Micro Channel Architecture).....	164
4.3.4 EISA (Extended-ISA).....	166
4.3.5 VL-Bus (Vesa Local Bus).....	167
4.3.6 PCI (Peripheral Component Interconnect).....	169
4.3.7 PCI-Express	172
4.4 Scalable Coherent Interface (SCI)	175
5 Schnittstellen und Peripheriebusse	179
5.1 Genormte Schnittstellen (Beispiele)	179
5.1.1 Serielle Schnittstellen - Übersicht	180
5.1.2 V.24/V.28 - RS-232C	180
Interface-Bausteine - Beispiel: Intel USART 8251	184
5.1.3 TTY-Schnittstelle.....	185
5.1.4 V.10/V.11 - RS-449	186
5.1.5 RS-485-Schnittstelle	188
5.1.6 Parallele Schnittstelle (Centronics-Schnittstelle).....	189
EPP, ECP und IEEE 1284.....	192
5.1.7 Analoge Schnittstelle: Modem.....	193
Übertragung über Telefonleitungen	194
5.2 Ein-/Ausgabebusse.....	199
5.2.1 SCSI (Small Computer System Interface)	200
5.2.2 Serielle Verbindungen	205
Fibre Channel.....	205
SSA (Serial Storage Architecture)	207
IEEE 1394, Fire Wire.....	208
5.2.3 USB (Universal Serial Bus).....	209

5.3 Instrumentenbusse	215
5.3.1 IEC-Bus	215
6 Rechnernetze: LANs und WANs	219
6.1 Kommunikationsmodelle	220
6.1.1 OSI-Basisreferenzmodell	221
6.1.2 Internet-Protokolle	228
IEEE 802	228
MAC- und LLC-Schichten	231
6.1.3 TCP/IP	232
Internet Protocol (IP)	233
TCP / UDP	236
6.2 Kommunikationsgeräte	237
6.2.1 Repeater	238
6.2.2 Bridges	240
Remote-Bridges	243
6.2.3 Router	244
6.2.4 Gateways	246
6.2.5 Switches	248
6.2.6 Hub-Technologie	251
6.3 LANs und WANs (Beispiele)	252
6.3.1 Ethernet / IEEE 802.3	253
Fast-Ethernet	255
6.3.2 Token-Ring / IEEE 802.5	256
6.3.3 FDDI (Fiber Distributed Data Interface)	259
PMD-Schicht: FDDI-Technik	261
PHY-Schicht	265
MAC-Schicht	266
6.3.4 ATM (Asynchronous Transfer Mode)	267
Datenübertragung über ATM	268
Aufbau der ATM-Zelle	271
6.3.5 ISDN (Integrated Services Digital Network)	272
ISDN-Anschlüsse	273
6.3.6 Beispiele zum Zusammenspiel von Kommunikationsgeräten	276
Beispiel 1: Übertragung innerhalb eines FDDI-Rings	279
Beispiel 2: Übertragung über den Switch hinweg	282
Beispiel 3: Übertragung über das FDDI-Backbone	284
7 Prozessbusse, Busse in der Automatisierung	291
7.1 Netzwerkhierarchie	291

7.2 Sensor-Aktuator-Busse	294
7.2.1 Das Aktor-Sensor-Interface ASI.....	295
7.2.2 VariNet-2	299
7.2.3 Interbus-S.....	301
7.3 Feldbusse.....	303
7.3.1 Prozessautomatisierung: PROFIBUS (Process Field Bus).....	304
PROFIBUS-FMS	305
PROFIBUS-DP	308
PROFIBUS-PA	309
7.3.2 KFZ-Technik: CAN, LIN und FlexRay.....	310
CAN (Controller Area Network)	311
FlexRay	312
7.3.3 Gebäudeautomatisierung: LON und EIB.....	314
LON (Local Operating Network).....	314
EIB (European Installation Bus)	318
7.4 Ethernet in der Automatisierung	319
7.4.1 Industrie-Ethernet	320
Industrietaugliche Ethernet-Installation	321
Echtzeitfähiges Ethernet	322
Industrie-APIs (Schicht-7-Protokolle)	324
Glossar	327
Literaturverzeichnis	349
Index	353