

Gerhard Schnell (Hrsg.)
Bernhard Wiedemann (Hrsg.)

Bussysteme in der Automatisierungs- und Prozesstechnik

**Grundlagen, Systeme und Trends
der industriellen Kommunikation**

Mit 252 Abbildungen

6., überarbeitete und aktualisierte Auflage

Vieweg Praxiswissen



Inhaltsverzeichnis

1 Technische Grundlagen	1
1.1 Netzwerktopologien	1
1.1.1 Zweipunktverbindungen	1
1.1.2 Zweipunktverbindungen mit Multiplexer	2
1.1.3 Bus-Struktur	3
1.1.4 Baumstruktur	5
1.1.5 Ringstruktur	6
1.1.6 Sternstruktur	7
1.2 Kommunikationsmodelle	8
1.2.1 Das ISO/OSI-Referenzmodell	8
1.2.1.1 Allgemeines	8
1.2.1.2 Die physikalische Schicht oder Bitübertragungsschicht	9
1.2.1.3 Die Sicherungsschicht	9
1.2.1.4 Die Netzwerkschicht	11
1.2.1.5 Die Transportschicht	12
1.2.1.6 Die Sitzungsschicht	13
1.2.1.7 Die Darstellungsschicht	13
1.2.1.8 Die Anwendungsschicht	14
1.2.1.9 Dienste für die Kommunikation zwischen den Schichten	14
1.2.1.10 Beispiel: Ablauf einer Kommunikation im OSI-Modell	15
1.2.2 Das TCP/IP-Protokoll	16
1.3 Buszugriffsverfahren	19
1.3.1 Master/Slave-Verfahren	19
1.3.2 Token-Prinzip	22
1.3.3 Token-Passing	24
1.3.4 CSMA	25
1.3.5 CSMA/CA	27
1.3.6 Busarbitration	28
1.4 Datensicherung	30
1.4.1 Einleitung	30
1.4.2 Fehlerarten	30
1.4.3 Einige grundlegende Beziehungen	31
1.4.3.1 Bitfehlerrate	31
1.4.3.2 Wiederholung einer Übertragung	31
1.4.3.3 Restfehlerrate	32
1.4.3.4 Hamming-Distanz	32
1.4.3.5 Telegrammübertragungseffizienz	33
1.4.4 Einige Strategien der Fehlererkennung	34
1.4.4.1 Paritätsbit	34

1.4.4.2	Blocksicherung.....	35
1.4.4.3	CRC.....	36
1.4.5	Datenintegritätsklassen	39
1.4.6	Telegrammformate.....	40
1.4.6.1	Telegramm mit Paritätsbit	40
1.4.6.2	Telegramm mit CRC	41
1.5	Telegrammformate.....	43
1.5.1	Das HDLC-Protokoll	43
1.5.2	UART	46
1.5.3	PROFIBUS-Norm EN 50 170 Teil 2	47
1.5.4	HART-Protokoll	48
1.5.5	Token-Telegramm.....	51
1.6	Binäre Informationsdarstellung.....	52
1.6.1	NRZ, RZ	52
1.6.2	Bipolar-Kodierung, HDB _n -Kodierung.....	53
1.6.3	NRZI.....	54
1.6.4	AFP	54
1.6.5	Manchester-II-Kodierung	55
1.6.6	FSK, ASK, PSK	56
1.7	Übertragungsstandards.....	57
1.7.1	RS 232-, V.24-Schnittstelle	57
1.7.2	RS 422-Schnittstelle	59
1.7.3	RS 485-Schnittstelle	59
1.7.4	20 mA-Stromschleife	62
1.7.5	IEC 61158-2, FISCO-Modell	63
1.8	Leitungen und Übertragungsarten.....	69
1.8.1	Übersicht über die Leitungsarten	69
1.8.2	Paralleldrahtleitung	69
1.8.3	Koaxialleitung.....	73
1.8.4	Lichtwellenleiter (LWL).....	76
1.8.5	Übertragungsarten.....	77
1.8.5.1	Basisbandübertragung.....	77
1.8.5.2	Trägerfrequenzübertragung.....	77
1.8.5.3	Breitbandübertragung.....	78
1.9	Verbindung von Netzen	79
1.9.1	Repeater	79
1.9.2	Bridges	80
1.9.3	Router	82
1.9.4	Gateways.....	84
1.10	Feldbusankopplung an Host-Systeme	86
1.10.1	Grundlagen	86
1.10.2	SPS-Ankopplung	86
1.10.2.1	Feldbusfunktionen auf Kommunikations-Baugruppen	86
1.10.2.2	Software-Schnittstelle	87
1.10.2.3	Einheitliche Programmierung mit IEC 1131	88
1.10.3	PC-Ankopplung	89

1.10.3.1	Hardware-Aspekte.....	89
1.10.3.2	Techniken des Anwenderzugriffs	90
1.10.4	Controller-Ankopplung.....	93
1.10.5	Ankopplung an höhere Netze über Gateways.....	94
1.10.6	Host-Zugriffe unter MMS.....	94
1.11	Buszykluszeiten.....	97
1.11.1	Deterministische Bussysteme.....	97
1.11.2	Nichtdeterministische Bussysteme.....	99
2	Netzwerkhierarchien in der Fabrik- und Prozessautomatisierung	101
2.1	Übersicht und Spezifik der Kommunikation in der Automatisierung	101
2.2	Managementebene.....	109
2.3	Prozessleitebene	111
2.3.1	ETHERNET für den Industrieinsatz	113
2.3.2	Aufgaben von TCP/IP sowie Echtzeitfähigkeit	114
2.3.3	Anwendungsschicht ALI/ API.....	118
2.3.4	ETHERNET-Anwendung in der Feldbustechnologie.....	119
2.4	Feldebene (Feldgerät – SPS).....	120
2.4.1	Anforderungen an einen Feldbus auf der Systemebene.....	120
2.4.2	Schlussfolgerungen	122
2.4.3	Stand und Entwicklungstendenzen	123
2.4.4	Datenübertragung mit Lichtwellenleitern	124
2.4.5	Feldbussystem in Doppelringstruktur	128
2.5	Sensor-Aktor-Ebene.....	132
2.5.1	Anforderungen im Sensor-Aktor-Bereich.....	132
2.5.2	Industrielösungen für Sensor-Aktor-Bussysteme:	135
3	Feldbusnormung	141
3.1	Internationale Normungsarbeit.....	141
3.1.1	IEC-Feldbus	143
3.2	Europäische Normungsarbeit	145
4	Beispiele ausgeführter Bussysteme	151
4.1	Sensor/Aktor-Busse.....	151
4.1.1	AS-Interface – Aktuator/Sensor-Interface	151
4.1.2	Das EIB-System für die Heim- und Gebäudeelektronik	166
4.2	Feldbusse.....	177
4.2.1	Der Bitbus	177
4.2.2	PROFIBUS	182
4.2.2.1	Das PROFIBUS-Konzept.....	182
4.2.2.2	Schicht 1 – Übertragungstechnik	184
4.2.2.3	Schicht 2 – Datenübertragungsschicht	185
4.2.2.4	PROFIBUS-FMS	189
4.2.2.5	PROFIBUS-DP	194
4.2.2.6	PROFIBUS Konfiguration	196
4.2.2.7	PROFIBUS Profile.....	197

4.2.2.8	PROFIBUS PA – Feldbus für die Prozessautomation	198
4.2.2.9	Das PROFISafe-Profil.....	205
4.2.2.10	Anwendung von PROFIBUS als Remote I/O in der Prozessautomation.....	205
4.2.3	Interbus	209
4.2.4	IDA: Ethernet, Web und verteilte Intelligenz	218
4.2.4.1	IDA-Architektur – das Objektmodell.....	219
4.2.4.2	Das IDA-Kommunikationsmodell	220
4.2.4.3	Kommunikation in Echtzeit	220
4.2.4.4	Safety Integrated	221
4.2.4.5	IDA und Modbus TCP/IP	224
4.2.4.6	Web-Technologien bei IDA.....	224
4.2.5	Industrielle Kommunikation von Schneider Electric	226
4.2.5.1	Serieller Feldbus (SFB).....	228
4.2.5.2	Modbus Plus.....	229
4.2.5.3	Transparent Ready™	231
4.2.6	SIMATIC NET – Industrielle Kommunikation von Siemens.....	235
4.2.6.1	Industrial Ethernet – Das Netz für Produktion und Büro.....	237
4.2.6.2	PROFIBUS – der Feld- und Zellenbus bei SIMATIC NET	242
4.2.6.3	AS-Interface – der Aktor-Sensor-Bus bei SIMATIC NET ..	246
4.2.7	LON	248
4.2.7.1	LON-Gerät	249
4.2.7.2	LonWorks-Protokoll	252
4.2.7.3	Funktionsprofile für LON-Geräte	262
4.2.7.4	LON-übergreifende Kommunikation	262
4.2.7.5	Netzwerk-Management und Tools	263
4.2.8	WorldFIP	264
4.2.8.1	Physikalische Ebene.....	264
4.2.8.2	Übertragungsschicht.....	265
4.2.8.3	Telegrammaufbau	268
4.2.8.4	Anwendungsschicht	269
4.2.9	P-NET	270
4.2.10	CAN	279
4.2.11	Foundation Fieldbus	288
4.2.12	CIP-basierende Industrienetzwerke	294
4.2.12.1	DeviceNet.....	295
4.2.12.2	ControlNet.....	302
4.3	Industrial Ethernet.....	308
4.3.1	Industrial Ethernet – was ist das eigentlich?	308
4.3.2	Grundlegende Informationen zu Ethernet.....	308
4.3.3	Ethernet im Vergleich zu modernen Feldbussystemen.....	313
4.3.4	Die wichtigsten Realisierungen	318
4.3.4.1	FOUNDATION™ Fieldbus High Speed Ethernet.....	318
4.3.4.2	PROFINet	321
4.3.4.3	Ethernet/IP	325
4.3.4.4	Ein „hartes“ Echtzeit-Ethernet: Powerlink.....	329

4.4	Peripheriebusse am PC.....	339
4.4.1	Vergleich USB – Firewire	339
4.4.2	USB.....	341
5	Weitverkehrsnetze	345
5.1	ISDN	345
5.2	DATEX-L	349
5.3	DATEX-P.....	350
5.4	TEMEX.....	354
6	Installationsbeispiele aus der Bus-Praxis	357
6.1	Verbindung von Feldgeräten über PROFIBUS und OPC mit Anwendersoftware	357
6.1.1	Kurze Einführung in OPC.....	357
6.1.2	Die Aufgabe: PROFIBUS an Visualisierungssoftware.....	358
6.1.3	Konfiguration des PROFIBUS	359
6.1.4	Konfiguration des OPC-Servers	359
6.1.5	SCADA-Projekt und OPC-Konfiguration	361
6.2	Prozesssteuerung über das Internet-Netzwerk	364
6.2.1	Das Problem.....	364
6.2.2	Erstellung der LabView-Applikation.....	365
6.2.3	Internetanbindung	367
6.2.4	Die Konfiguration des HTTP-Servers.....	370
6.3	Konfiguration ASI/Interbus-Gateway an Interbus	371
6.3.1	Aufbau der Bus-Systeme	371
6.3.2	Konfiguration des AS-I.....	373
6.3.3	Kommunikation des AS-I/Interbus-Gateway mit dem Interbus.....	373
6.3.3.1	Interbustelegramm des Gateways.....	374
6.3.3.2	Nutzdaten des Gateways	374
6.3.3.3	Funktion und Bedeutung von Steuer- und Statuswort	375
6.3.4	Die sw-Verknüpfung Interbus/AS-I.....	376
6.3.4.1	Konfiguration der Modicon SPS	376
6.3.4.2	Variablendeklaration	377
6.3.4.3	Kommunikationsablauf	378
6.4	Die Verbindung einer SPS mit dem PROFIBUS DP	380
6.4.1	S7-Projekt	380
6.4.2	Konfiguration der S7-Station	381
6.4.3	Kommunikation zwischen CPU und CP.....	384
6.4.4	Programmbeispiel	385
7	Datenblätter	387
7.1	AS-I (Aktuator/Sensor-Interface)	387
7.2	EIB (European Installation Bus)	388
7.3	Bitbus	389
7.4	PROFIBUS.....	390
7.4.1	PROFIBUS-FMS	390

7.4.2 PROFIBUS-DP	391
7.4.3 PROFIBUS-PA	392
7.5 Interbus	393
7.6 Schneider Automation Bussysteme	394
7.6.1 SFB (Systemfeldbus)	394
7.6.2 Modbus Plus	394
7.6.3 Transparent Ready	395
7.7 SIMATIC NET	396
7.7.1 AS-Interface	396
7.7.2 PROFIBUS	396
7.7.3 Industrial Ethernet	396
7.8 LON (Local Operating Network)	397
7.9 Flux Information Processus (FIP)	398
7.10 P-Net	399
7.11 CAN (Controller Area Network)	400
7.12 Foundation Field Bus	401
7.13 ARCNET	402
7.14 Gigabit Ethernet	403
7.15 ATM (Asynchronous Transfer Mode)	404
7.16 Eigensichere Feldbusse	405
7.16.1 PROFIBUS PA (siehe 7.4.2)	405
7.16.2 ICS MUX (RS 485)	405
7.16.3 PROFIBUS (DP) Ex-i	406
7.17 Rockwell Automation Bussysteme	407
7.17.1 DeviceNet	407
7.17.2 ControlNet	408
7.17.3 EtherNet/IP	409
Sachwortverzeichnis	411