

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Die Situation in der Automatisierungstechnik	1
2 Die PROFIBUS Nutzerorganisation	3
2.1 PROFINET-Competence Center	4
2.2 PROFINET-Trainings-Center	5
2.3 PROFINET-Prüflabore	5
3 PROFINET im Überblick	7
3.1 Die Einordnung von PROFINET im ISO-/OSI-Modell	7
3.2 PROFINET und das Komponenten-Modell (PROFINET CBA)	9
3.2.1 PROFINET CBA und die Gerätebeschreibung	10
3.3 PROFINET und die dezentrale Peripherie (PROFINET IO)	10
3.3.1 Der Funktionsumfang von PROFINET IO	11
3.4 PROFINET-Support für die Feldgeräteentwicklung	13
3.5 PROFINET-Software-Stacks	13
4 Ethernet-Grundlagen	15
4.1 Die sieben Schichten im OSI-Modell	16
5 Der Weg zu PROFINET IO	29
5.1 PROFINET IO im Detail	34
5.1.1 Der Anschluss von PROFINET IO-Feldgeräten	35
5.1.2 Die Port-MAC-Adressen	36
5.2 Das Gerätemodell von PROFINET IO	37
5.3 Die Dienste von PROFINET IO	40
5.4 Die Kommunikationswege bei PROFINET IO	42
5.4.1 PROFINET IO und die UDP/IP-Kommunikation	43
5.4.2 Die RT-Klassen bei PROFINET IO	45
5.4.2.1 Der prinzipielle Aufbau eines RT-Frames bei PROFINET IO innerhalb eines Subnetzes	47
5.4.2.2 Der prinzipielle Aufbau eines Subnetz-übergreifenden UDP/IP-Frames bei PROFINET IO (RT_CLASS_UDP)	47
5.5 Applikations- und Kommunikationsbeziehungen	48
5.5.1 Das Einrichten einer Applikationsbeziehung	49
5.5.2 Das Einrichten einer Kommunikationsbeziehung (CR)	50
5.5.2.1 Die Kommunikationsbeziehung für den zyklischen Datenaustausch (IO Data-CR)	50
5.5.2.2 Die Kommunikationsbeziehung für Alarmübertragungen (Alarm-CR)	51
5.5.2.3 Die Kommunikationsbeziehung für den azyklischen Datenaustausch (Record Data-CR)	52

5.5.3	Der Abbau einer Applikationsbeziehung	52
5.5.4	Der Zusammenhang zwischen Gerätemodell und Adressierung der Daten im Feldgerät	53
5.6	Vom Anlagen-Engineering zum Datenaustausch	54
5.7	Das Anlagen-Engineering bei PROFINET IO	56
5.7.1	Einlesen der GSD-Dateien	57
5.7.2	Anlegen eines Automatisierungsprojekts	58
5.7.3	Festlegen des Übertragungsintervalls der Ein-/Ausgangsdaten	58
5.7.4	Festlegen der IP-Adressen für das Bussystem und Namensvergabe	62
5.7.5	Zuordnung der Feldgeräte zu ihrer Prozessanbindung	63
5.7.5.1	Die Namensvergabe aus Anwendersicht	63
5.7.5.2	Die Namensvergabe an ein IO-Device aus Entwicklersicht	64
5.7.5.3	Identify Request → Suchen nach einem bestimmten Namen	65
5.7.5.4	Identify Response → Suche eines bestimmten Namens	66
5.7.5.5	Set Request → Schreiben eines Namens in ein IO-Device	67
5.7.5.6	Set Response → Quittierung eines Set Requests	68
5.8	Der Download der Projektierungsdaten in einen IO-Controller	68
5.9	Adressauflösung durch den IO-Controller vor dem Systemhochlauf (Zuweisen der IP-Adressen an die IO-Devices)	68
5.9.1	Identify Request Frame (Namensauflösung vor dem Systemhochlauf)	69
5.9.2	Identify Response Frame	70
5.9.3	Das Address Resolution Protocol (ARP)	71
5.9.4	Set Request (Vergabe der IP-Adresse)	71
5.9.5	Set Response (Vergabe der IP-Adresse)	72
5.10	Der Systemhochlauf in einem PROFINET IO-Device	72
5.10.1	Das Context Management (CM)	74
5.10.2	Das Physical Device Management (PDev)	75
5.10.3	Die Nachbarschaftserkennung mit LLDP	76
5.10.3.1	Der Aufbau eines LLDP-Frames	81
5.10.3.2	Use case zu LLDP	83
5.10.4	Die PROFINET IO-Frames beim Systemhochlauf	84
5.10.4.1	Connect Request	84
5.10.4.2	Connect Response	87
5.10.4.3	Write Request	88
5.10.4.4	Write Response	89
5.10.4.5	DControl Request (<i>End of Parameterization</i>)	89
5.10.4.6	DControl Response	90
5.10.4.7	CControl Request (<i>Application Ready</i>)	90
5.10.4.8	CControl Response	90
5.10.5	Der Schnellhochlauf (<i>Fast Start-up</i>)	92
5.10.6	Reset to Factory	95
5.11	PROFINET IO und die Real-Time-Kommunikation im Detail (Entwicklersicht)	97
5.11.1	Der Austausch von Prozessdaten	101
5.11.1.1	Der zyklische Datenaustausch	101
5.11.1.2	Der Daten-Querverkehr (MCR)	104
5.11.1.3	Überwachungsfunktionen im IO-Controller und IO-Device	106

5.12	Das Diagnosekonzept (Alarme)	107
5.12.1	Wie ist das Melden von Alarmen anzuwenden?	110
5.12.1.1	Die Diagnosebehandlung aus Anwendersicht	110
5.12.1.2	Die Diagnosebehandlung aus Entwicklersicht	111
5.12.1.3	Empfohlene Möglichkeiten der Diagnosemeldungen	112
5.12.2	Die Netzwerkdiagnose	113
5.12.3	Ablauf der Alarmübertragung im Detail	114
5.12.3.1	Alarm-Benachrichtigung (Alarm Notification)	115
5.12.3.2	Alarm-Quittung auf einen gemeldeten Alarm (Protokollebene)	115
5.12.3.3	Alarm-Quittung auf Anwenderebene (Alarm_ACK)	116
5.12.3.4	Die Alarm-Quittung auf Anwenderebene (RTA_ACK)	116
5.12.4	Diagnose über SNMP	116
5.13	Der azyklische Datenverkehr im Detail (Record Data-CR)	117
5.13.1	Read Request	118
5.13.2	Read Response	118
5.13.3	Write Request	118
5.13.4	Write Response	119
5.14	Der PROFINET IO-Controller	119
5.15	Die Funktionalität des iPar-Servers	122
5.15.1	Die I&M-Funktionen (Identification & Maintenance)	125
5.16	PROFINET IO und die IRT-Kommunikation	126
5.16.1	Einführung in die IRT-Kommunikation	126
5.16.2	Ablauf der Kommunikation mit IRT	131
5.16.2.1	Die flexible IRT-Kommunikation mit (RT_Class_2 synchronisiert)	131
5.16.2.2	Die Topologie basierte IRT-Kommunikation mit RT_Class_3	132
5.16.2.3	Der Frame-Aufbau bei IRT	133
5.16.2.4	Alarmmeldungen im Isochronous Mode	133
5.16.3	Die Clock-Synchronisation	133
5.16.3.1	Prinzipieller Ablauf der Clock-Synchronisation	134
5.16.4	Die Ermittlung des Buszyklus-Beginns bei IRT	137
5.16.5	Projektieren von IRT (RT_CLASS3)	138
5.16.6	Der Gerätetausch bei IRT	140
5.16.7	Die IRT-Definitionen in der GSD-Datei	141
5.17	PROFINET Communication Schedule	142
6	Die Performance-Optimierungen bei PROFINET IO	145
6.1	Das Fast Forwarding	145
6.2	Das Data Frame Packing	146
6.3	Der DFP System-Hochlauf	149
6.4	Der Frameaufbau bei DFP	150
6.5	Fragmentierung von Frames im offenen Intervall	151
7	PROFINET IO und die Redundanz	155
7.1	Medien-Redundanz	155
7.1.1	Das Media Redundancy Protocol (MRP) nach IEC 62439-2 Ed 1.0	156
7.1.2	Das Media Redundancy Protocol für IRT-Frames (MRPD)	157

7.1.3	Die Medien-Redundanz und die GSD-Datei.....	158
7.2	Die System-Redundanz.....	159
7.3	Configuration in Run (CiR).....	165
8	Die PROFINET IO-Gerätebeschreibung.....	167
8.1	Einleitung.....	167
8.2	Nutzung von Schemadateien zur Validierung.....	167
8.3	Anwendung der Schemadateien im GSDML-Kontext.....	168
8.4	Schemadateien der GSDML.....	168
8.5	Die Validierung einer GSD-Datei.....	168
8.6	Namensgebung bei GSD-Dateien.....	169
8.7	Die Geräte-Identifikation.....	169
8.8	Die Struktur einer GSD-Datei bei PROFINET IO.....	170
8.9	Die Erstellung von GSD-Dateien.....	172
8.10	XML-Editoren.....	172
8.11	Der GSDML-Viewer.....	172
8.12	Die Eindeutigkeit einer GSD-Datei.....	173
9	Das Tool Calling Interface (TCI).....	177
9.1	Kurzübersicht über die Arbeitsweise von TCI.....	177
10	Integration von Feldbus-Systemen in PROFINET IO.....	181
11	PROFINET IO-Feldgeräteentwicklung.....	185
11.1	Aufbau der Software.....	186
11.2	Hardware für PROFINET IO.....	188
12	Der schnelle Weg zu PROFINET IO.....	189
12.1	Der Weg aus der Sicht eines Anlagenbetreibers.....	189
12.2	Der Weg aus der Sicht eines Feldgeräteentwicklers.....	190
13	PROFINET CBA-Einführung.....	193
14	PROFINET-Profile.....	203
14.1	Profil für die Antriebstechnik (PROFIdrive).....	203
14.2	PROFI-safe.....	204
14.2.1	PROFI-safe-Definitionen in der GSD-Datei.....	206
14.3	Das PROFInergy-Profil.....	207
14.4	Übersicht über die aktuellen Profile.....	210
15	Security.....	211
15.1	Das PROFINET Security-Konzept.....	213
15.2	Die Schutzfunktionen der Security-Komponenten.....	214
16	Die drahtlose Datenübertragung.....	217

17	PROFINET-Installationen	221
17.1	Netzstrukturen	222
17.2	PROFINET-Verkabelung	223
17.2.1	Twisted-Pair-Fast-Ethernet-Kupferkabel (100 BASE-TX)	223
17.2.2	Stecker und Buchse für Kupferkabel	225
17.2.3	Optische Übertragungstechnik mit 100 BASE-FX	225
17.3	PROFINET-Steckverbinder	226
17.4	Netzkomponenten für PROFINET	228
17.5	Installationshinweise	228
17.6	Das Schirmungskonzept	229
18	PROFINET IO-Zertifizierungen	231
18.1	Die Rolle eines Prüflabors	231
18.2	Die Aufgabe der PI-Zertifizierungsstelle (PI-ZS)	231
18.3	Was kann zertifiziert werden?	232
18.4	Was kann <i>nicht</i> zertifiziert werden?	232
18.5	Wo kann der Anwender sparen?	233
18.6	Modultests	233
18.6.1	PROFI-safe-Module	233
18.6.2	PROFI-drive-Module	234
18.6.3	PROFI-energy-Module	234
18.7	Herstellereklärung	234
18.8	Vorbereitung auf den Test	234
18.9	Was sind typische Änderungen in einem Feldgerät?	235
18.10	Die häufigsten Fehler, die beim Zertifizieren festgestellt wurden	238
19	Die PROFINET IO-Conformance Classes	241
19.1	Art der Kommunikation	242
19.2	Übertragungsmedien	242
19.3	Redundanzklassen	242
19.4	Darstellung der Anlagentopologie	244
19.5	Gerätetausch ohne Engineering-Tool	244
	Anhang: Beispiel der Alarmanwendung (Meldehierarchie)	247
	Literaturverzeichnis	261
	Stichwortverzeichnis	263