

1 Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | IO-Link im Detail | 01 |
| 1.1 | Leistungsmerkmale und Systemübersicht | 02 |
| 1.2 | Die IO-Link-Physik (Übertragungsmedium) | 06 |
| 1.3 | Übertragungsraten | 10 |
| 1.4 | Kommunikationsaufbau/Anlaufphase | 11 |
| 1.5 | Datenkanäle | 15 |
| 1.5.1 | Zyklischer Datentransfer (Prozessdatentransfer) | 15 |
| 1.5.2 | Azyklischer Datentransfer | 20 |
| 1.5.3 | Event-Transfer | 23 |
| 1.6 | Datenübertragungszeiten | 25 |
| 1.7 | Datenzugriffe (ISDU) | 30 |
| 1.8 | Kompatibilität | 30 |
| 1.8.1 | Kompatibilität zu digitalen und analogen Werten | 30 |
| 1.8.2 | Kompatibilität zwischen IO-Link Versionen V1.0 und V1.1 | 31 |
| 1.9 | Unterschiede von Spezifikation 1.0 zur Spezifikation 1.1 | 32 |
| 1.9.1 | Eventhandling | 32 |
| 1.9.2 | M-Sequenztypen | 33 |
| 1.9.3 | Anlauf | 34 |
| 1.9.4 | Prozessdatengültigkeit | 34 |
| 2 | Herstellerübergreifende Standardparameter | 35 |
| 2.1 | IO-Link-Device-Geräteklassen | 35 |
| 2.2 | Aufbau und Inhalte der Parameter-Page | 35 |
| 2.2.1 | Die Einzelparameter der Direct-Parameter-Page 1 | 36 |
| 2.2.2 | Die Einzelparameter der Direct-Parameter-Page 2 | 44 |
| 2.3 | Erweiterte IO-Link-Parameter | 45 |
| 2.3.1 | Erklärung der Einzelparameter | 50 |
| 2.3.1.1 | System Parameter Index 2 (System-Kommando) | 50 |
| 2.3.1.2 | Identifikations Parameter | 58 |
| 2.3.1.3 | Diagnoseparameter | 61 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 2.3.1.4 | Profil-Parameter | 65 |
| 2.3.1.5 | Herstellerspezifische Parameter im 8 Bit-Index-Bereich Index 64-254 (Preferred Index (8 Bit-Index)). | 67 |
| 2.3.1.6 | Herstellerspezifische Parameter im 16 Bit-Index-Bereich Index 256-16383 (Extended Index (16 Bit-Index)) | 67 |
| 2.4 | IO-Link-Device Parametrierung. | 67 |
| 2.4.1 | Einzelparmetrierung | 68 |
| 2.4.2 | Blockparametrierung | 69 |
| 2.4.3 | Datenhaltungsmechanismus | 70 |
| 2.4.4 | Dynamische Parametrierung (Teach) | 70 |
| 2.5 | IO-Link-Device-Kompatibilitäten. | 71 |
| 3 | IO-Link-Diagnose | 73 |
| 3.1 | Diagnosemeldungen aus der IO-Link-Device-Applikation | 74 |
| 3.2 | Diagnosemeldungen aus der IO-Link-Kommunikation | 81 |
| 3.3 | Basis IO-Link-Diagnosen durch den IO-Link-Master | 87 |
| 3.4 | Systembedingte IO-Link Diagnosen | 89 |
| 3.4.1 | Diagnose Kabelbruch | 89 |
| 3.4.2 | Erweiterte Diagnose durch IO-Link-Device-Identifikation | 90 |
| 3.4.3 | Simple IO-Link-Devices | 90 |
| 3.5 | Kompatible Diagnosemeldung | 90 |
| 3.6 | Vereinfachte Diagnosemeldung. | 94 |
| 4 | Die IO-Link-Master-Portkonfiguration | 97 |
| 4.1 | Die Hauptbetriebszustände eines IO-Link-Ports. | 98 |
| 4.2 | Die Identifikation eines IO-Link-Devices | 104 |
| 4.3 | Untergeordnete Zusatzbetriebsarten (Portzyklus). | 107 |
| 4.3.1 | FreeRunning | 108 |
| 4.3.2 | FixedValue | 108 |
| 4.3.3 | MessageSynchron | 109 |
| 4.4 | Prozessdatenzuordnung | 110 |
| 4.4.1 | Eingangsprozessdatenlänge | 111 |
| 4.4.2 | Position der Eingangsprozessdaten im Gateway. | 112 |
| 4.4.3 | Die Position der abzubildenden Eingangsprozessdaten im IO-Link-Device. | 112 |
| 4.4.4 | Ausgangsprozessdatenlänge | 113 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.4.5 | Position der abzubildenden Ausgangsprozessdaten im IO-Link-Device. | 113 |
| 4.4.6 | Die Position der Ausgangsprozessdaten | 114 |
| 4.5 | Überprüfung der Konfiguration | 114 |
| 4.6 | Offsettime | 115 |
| 4.7 | Inbetriebnahme (Projektierung und Konfiguration) | 117 |
| 4.8 | Die IO-Link Datenhaltung | 118 |
| 4.8.1 | Funktionen der IO-Link-Datenhaltung | 120 |
| 4.8.2 | Ablauf der IO-Link-Datenhaltung | 122 |
| 4.9 | Die vereinheitlichte IO-Link-Masterschnittstelle | 132 |
| 4.9.1 | IO-Link-MasterIdent | 136 |
| 4.9.2 | IO-Link SMI PortConfigList | 138 |
| 4.9.3 | IO-Link-SMI-PortStatusList | 140 |
| 4.9.4 | IO-Link-SMI-Datenhaltungsobjekt | 144 |
| 4.9.5 | DeviceParBatch | 145 |
| 4.9.6 | IO-Link SMI PDIn | 146 |
| 4.9.7 | IO-Link SMI PDOOut | 148 |
| 4.9.8 | IO-Link SMI PDInOut | 149 |
| 4.9.9 | IO-Link SMI PDInIQ | 150 |
| 4.9.10 | IO-Link SMI PDOOutIQ | 150 |
| 4.9.11 | IO-Link SMI OnRequestDaten | 151 |
| 4.9.12 | IO-Link SMI IndexList | 152 |
| 4.9.13 | IO-Link SMI PortPowerOffOn | 152 |
| 4.9.14 | IO-Link SMI DeviceEvent | 154 |
| 4.9.15 | IO-Link SMI PortEvent | 154 |
| 4.9.16 | IO-Link SMI VoidBlock | 155 |
| 4.9.17 | IO-Link SMI JobError | 156 |
| 4.9.18 | IO-Link SMI Diagnose | 157 |
| 4.9.19 | IO-Link SMI Fehlermeldungen/Diagnosen | 161 |
| 5 | IO-Link-Profile | 165 |
| 5.1 | Einfache Sensorstandards vor IO-Link | 166 |
| 5.2 | Das IO-Link-Common-Profil | 166 |
| 5.2.1 | Allgemeine Festlegungen | 166 |
| 5.2.2 | Funktion ProfileIdentifier | 167 |
| 5.2.3 | Funktionsklasse ProcessDataMapping (0x8002) | 168 |
| 5.2.4 | Funktionsklasse DeviceIdentification (0x8000) | 172 |
| 5.2.5 | Funktionsklasse DeviceDiagnosis (0x8003) | 172 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 5.2.6 | Funktionsklasse ExtendedIdentification (0x8100) | 173 |
| 5.2.7 | Weitere Vorgaben des IO-Link-Common-Profiles | 173 |
| 5.2.8 | Funktionsklasse Locator (0x8101) | 173 |
| 5.2.9 | CommonApplicationProfile Identifikation und Diagnose I&D. | 174 |
| 5.3 | SmartSensor Edition 2 | 175 |
| 5.3.1 | Geschichte | 175 |
| 5.3.2 | Function SSC (Single Channel SSC) | 176 |
| 5.3.3 | Function AdjustableSwitchingSignalChannel (AdSS). | 177 |
| 5.3.4 | Function Teach | 178 |
| 5.3.5 | Function SSC (Multiple Channel SSC) | 180 |
| 5.3.6 | Dual Function AdjustableSwitchingSignalChannel | 182 |
| 5.3.7 | Function Teach des Multiple Channel SSC | 185 |
| 5.3.8 | Function Measuring | 188 |
| 5.3.9 | Digital Measuring and Switching Sensors (DMSS). | 195 |
| 5.3.10 | Function Sensor Control (Wandlerdeaktiviert) (CSC) | 202 |
| 5.3.11 | DeviceProfile Schaltende Sensoren mit festem Schaltpunkt . . | 204 |
| 5.3.12 | DeviceProfile Schaltende Sensoren mit veränderlichem Schaltpunkt. | 204 |
| 5.3.13 | DeviceProfile Digital Messende Sensoren | 204 |
| 5.3.14 | DeviceProfile Digital Messende und schaltende Sensoren . . . | 204 |
| 5.3.15 | Function/Profil nach SmartSensorProfil von 2012 | 208 |
| 5.4 | FirmwareUpdate/BLOB | 208 |
| 5.4.1 | Function BLOB | 208 |
| 5.4.2 | Function FirmwareUpdate | 214 |
| 5.5 | Übersicht der aktuell definierten ProfileIDs, Parameter und SystemCommandos | 218 |
| 5.5.1 | ProfileIDs | 218 |
| 5.5.2 | Parameter | 218 |
| 5.5.3 | SystemCommands | 224 |
| 5.5.4 | Profile und Funktionsbausteine | 225 |
| 6 | Input Output Device Description (IODD) | 227 |
| 6.1 | Die IO-Link IODD | 227 |
| 6.2 | Die IODD im Detail. | 229 |
| 6.3 | IODD zum IO-Link-Device finden | 231 |
| 6.4 | Der IODD-Checker | 232 |
| 6.5 | Interpretertools | 233 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 6.6 | IODD und was nun? | 233 |
| 6.6.1 | IODD-Interpreter und DTM (IODD-DTM) | 234 |
| 6.6.2 | Einbindung der IODD in die Anlagenkonfiguration. | 235 |
| 6.6.3 | Starten des Konfiguratortools | 235 |
| 6.6.4 | IODD-Import. | 236 |
| 7 | Die Qualität des IO-Link-Standards | 239 |
| 7.1 | Die Testspezifikationen | 239 |
| 7.2 | Packages und Corrigenden. | 239 |
| 7.3 | Interoperabilität | 240 |
| 7.4 | Die Herstellererklärung | 240 |
| 7.5 | Aufbau der Herstellererklärung | 241 |
| 7.6 | Test-, Analyse- und Diagnosetools | 243 |
| 7.7 | Testtools | 243 |
| 7.8 | Tools zur Diagnose | 244 |
| 7.9 | Analyse von Parametersätzen. | 246 |
| 7.10 | Elektromagnetische Einflüsse | 246 |
| 8 | IO-Link Wireless | 247 |
| 8.1 | Der prinzipielle Aufbau von IO-Link Wireless | 247 |
| 8.2 | Parameter der IO-Link-Wireless-Strecke | 250 |
| 8.3 | Inbetriebnahme Wireless-Geräte (Pairing). | 258 |
| 8.3.1 | Die Kopplung der IO-Link-Wireless-Devices | 258 |
| 8.3.1.1 | Kopplung des IO-Link-Wireless-Devices mittels UniqueID | 259 |
| 8.3.1.2 | Kopplung mittels manuellen Knopfdrucks | 259 |
| 8.3.1.3 | Erneute Kopplung oder wiederholte Kopplung | 259 |
| 8.3.1.4 | Abkoppeln/Unpairing | 259 |
| 8.3.1.5 | Spezielle Form der Kopplung (Roaming) | 260 |
| 8.4 | Leistungsdaten IO-Link Wireless. | 262 |
| 8.5 | IO-Link Wireless Bridge | 264 |
| 8.6 | IO-Link Wireless im Detail | 265 |
| 8.6.1 | Synchronisation | 267 |
| 8.6.2 | Übertragungskapazitäten innerhalb von Single- und DoubleSlots | 267 |
| 8.6.3 | Zuweisung der Tracks (Tracks) und Slots. | 268 |
| 8.6.4 | Zuweisung der Ports zum IO-Link-Wireless-Device. | 268 |
| 8.6.5 | Beschreibung des IO-Link-Wireless Zyklus | 270 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 8.6.6 | Der IO-Link-Wireless Frame | 271 |
| 8.7 | Aufbau der IO-Link-Wireless-Frames | 271 |
| 8.8 | Kodierung von IO-Link-Wireless-Frames des DownLinks | 275 |
| 8.9 | Kodierung von IO-Link-Wireless-Frames des UpLinks | 276 |
| 9 | Vertiefendes Wissen | 279 |
| 9.1 | Aufbau eines IO-Link-Interfaces | 279 |
| 9.2 | Aufbau des Interfaces im IO-Link-Device | 280 |
| 9.2.1 | Funktion des Device-Interfaces | 281 |
| 9.2.2 | Parameterdaten zum IO-Link-Device-Interface | 281 |
| 9.3 | Aufbau des Interfaces im IO-Link-Master | 283 |
| 9.3.1 | Funktion des IO-Link-Master-Interfaces | 284 |
| 9.3.2 | Parameterdaten zum IO-Link-Master-Interface | 284 |
| 9.3.3 | Der WakeUp-Puls | 286 |
| 9.3.4 | Einschaltzeiten | 287 |
| 9.3.5 | Die IO-Link Standardanschlussleitung | 288 |
| 9.4 | IO-Link-Kommunikation | 289 |
| 9.4.1 | Telegrammaufbau IO-Link-Master (IO-Link-Masterteil der M-Sequenz) | 291 |
| 9.4.2 | Telegrammaufbau IO-Link-Device (IO-Link-Deviceteil der M-Sequenz | 292 |
| 9.5 | M-Sequenz und deren Verwendung | 293 |
| 9.5.1 | Die initiale Anlauf-M-Sequenz | 295 |
| 9.5.2 | Beispiele für M-Sequenz-Typen im zyklischen Betrieb | 296 |
| 9.6 | Die ISDU im Detail | 301 |
| 10 | IO-Link-Safety | 307 |
| 10.1 | Sicherheit in der Automation | 308 |
| 10.2 | Warum IO-Link-Safety? | 310 |
| 10.3 | IO-Link als „Black Channel“ | 312 |
| 10.3.1 | Prinzip | 312 |
| 10.3.2 | Voraussetzungen | 313 |
| 10.3.3 | OSSDe und SIO | 314 |
| 10.3.4 | OSSDe Rückwärtskompatibilität | 315 |
| 10.4 | IO-Link-Safety-Kommunikation | 316 |
| 10.4.1 | Sicherheitsziele | 316 |
| 10.4.2 | Sicherheitsmaßnahmen | 316 |
| 10.4.3 | Formate und Datentypen | 316 |
| 10.4.4 | Dienste | 318 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 10.4.5 | Protokollparameter | 319 |
| 10.5 | Konfiguration & Verifikation | 320 |
| 10.6 | Technologieparameter | 322 |
| 10.6.1 | IODD | 322 |
| 10.6.2 | Dedicated Tool | 322 |
| 10.6.3 | „Device Tool Interface“ (DTI) | 322 |
| 10.6.4 | Extern-Parametrierung | 323 |
| 10.7 | OSSDe-Betrieb | 323 |
| 10.8 | Gateway zu FSCPs | 323 |
| 10.8.1 | Position von IO-Link-Safety | 323 |
| 10.8.2 | Einheitliche Masterschnittstelle | 325 |
| 10.8.3 | Splitter/Composer | 325 |
| 10.8.4 | Datenabbildung („Mapping“) | 326 |
| 10.8.5 | Port-spezifische Passivierung | 326 |
| 10.9 | Geräteentwicklung | 327 |
| 10.9.1 | Technologiekomponenten | 327 |
| 10.9.2 | FS-IO-Link-Device | 327 |
| 10.9.3 | FS-IO-Link-Master | 327 |
| 10.9.4 | Test | 328 |
| 10.10 | Prüfung und Zertifizierung | 328 |
| 10.10.1 | Grundsätze („Policy“) | 328 |
| 10.10.2 | Sicherheitsprüfung | 328 |
| 10.10.3 | Zertifizierung | 329 |
| 10.10.4 | EMV und E-Sicherheit | 329 |
| 10.11 | Anwendung | 329 |
| 10.11.1 | FSCP-Richtlinien | 329 |
| 10.11.2 | IO-Link-Richtlinien | 329 |
| 10.12 | Kundennutzen | 329 |
| 10.12.1 | IO-Link allgemein | 329 |
| 10.12.2 | Integratoren und Anwender | 330 |
| 10.12.3 | Investition in die Zukunft | 331 |
| 10.13 | Vorteile der Auslegung einer Anlage | 331 |
| 10.13.1 | Einzelauslösung von Sicherheitsfunktionen (selektive Passivierung) | 331 |
| 10.13.2 | Erweiterung des Indexbereiches von IO-Link | 333 |
| 10.14 | O-Link-Safety in der Anwendung | 334 |
| 10.15 | Das IO-Link-Safety-System detailliert | 336 |

| | |
|---|------------|
| 10.15.1 Die FS-IO-Link-Master-Klassen | 336 |
| 10.15.2 Der FS-IO-Link-Master mit Erweiterung des SMI | 340 |
| 10.15.3 FSMasterAccess ArgBlockID 0x0100 | 342 |
| 10.15.4 PortPowerOffOn ArgBlockID 0x7003 | 342 |
| 10.15.5 FSPortConfigList ArgBlockID 0x8100 | 342 |
| 10.15.6 FSPortStatusList ArgBlockID 0x9100. | 343 |
| 10.15.7 SPDUIIn ArgBlockID 0x1101 | 345 |
| 10.15.8 SPDUIOut ArgBlockID 0x1102 | 345 |
| 10.15.9 Parametererweiterung der FS-IO-Link-Devices | 345 |
| 10.16 Zusammenfassung | 349 |
| 11 IIoT-Protokolle und IO-Link | 351 |
| 11.1 OPC-UA. | 351 |
| 11.1.1 Grundlagen. | 353 |
| 11.1.2 Systemarchitektur IO-Link in OPC-UA. | 354 |
| 11.1.3 Praktische Ausführung eines IO-Link-Masters mit OPC-UA . . | 355 |
| 11.2 JSON/REST-API Interface. | 360 |
| 11.2.1 JSON-Datenformat. | 360 |
| 11.2.2 Rest-API als Kommunikationsmethode | 361 |
| 11.3 MQTT Interface | 364 |
| 11.3.1 Grundlagen zu MQTT. | 364 |
| 11.3.2 Instanzen/Ressourcen auf dem MQTT-Broker | 365 |
| 11.3.3 Verbindung zu Cloud-Servern | 366 |
| Literaturverzeichnis | 367 |
| Abkürzungs- und Akronym-Verzeichnis. | 371 |
| Inserentenverzeichnis | 381 |