IEC 61139-3

Edition 1.0 2023-11

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Industrial networks – Single-drop digital communication interface – Part 3: Wireless extensions

Réseaux industriels – Interface de communication numérique point à point – Partie 3: Extensions sans fil

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 35.200

ISBN 978-2-8322-7751-5

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 20
INTRODUCTION 22
1 Scope 23
2 Normative references 23
3 Terms and definitions, abbreviated terms and conventions 24
3.1 Terms and definitions 24
3.2 Abbreviated terms 30
3.3 Conventions 32
3.3.1 General 32
3.3.2 Service primitives 32
3.3.3 Service parameters 33
3.3.4 Service procedures 33
3.3.5 Service attributes 34
3.3.6 Figures 34
3.3.7 Transmission octet order 35
3.3.8 Behavioral descriptions 35
3.3.9 Triple table format 36
4 Overview of wireless digital communication interface 36
4.1 Purpose and topology 36
4.2 Positioning in the automation hierarchy 36
4.2.1 General 36
4.2.2 Relationship to IEC 61131-9 37
4.2.3 Role of a W-Master 38
4.2.4 Role of a W-Device 39
4.2.5 Role of a W-Bridge 39
4.2.6 System configuration tool 39
4.2.7 Mapping to fieldbuses 39
4.3 Cell concept 39
4.4 Wireless Mechanisms 41
4.4.1 General 41
4.4.2 Scan (W-Device Discovery) 41
4.4.3 Pairing 41
4.4.4 Unpairing 42
4.4.5 Roaming 42
4.4.6 Automatic Pairing 43
4.4.7 Transmission Error Handling 44
4.4.8 "I am alive" supervision (IMA) 44
4.4.9 Wireless Quality supervision 44
4.5 Concept of air interface 44
4.5.1 General 44
4.5.2 Frequency division multiple access (FDMA) 45
4.5.3 Time Division Multiple Access (TDMA) 45
4.5.4 SSlots, DSlots, transmission capacity 47
4.5.5 Assignment of W-Devices to W-Tracks and slots 47
4.5.6 Assignment of W-Ports to W-Devices 48
4.5.7 W-Cycle 48

4.5.8 W-Frame 49
4.6 Characteristics of the SDCI-W technology 49
4.7 Layer model 50
4.8 Conformity assessment 50
5 Physical Layer (PL) 51
5.1 General 51
5.2 Base technology, Physical Layer (PL) 51
5.2.1 General 51
5.2.2 Transmission rate 51
5.2.3 Carrier frequency accuracy 51
5.2.4 W-Device Carrier frequency calibration 51
5.2.5 W-Master Carrier frequency calibration 51
5.2.6 Modulation 51
5.2.7 Transmission power 52
5.2.8 Antenna 52
5.2.9 SDCI wireless receiver sensitivity 52
5.2.10 Transceiver timings 52
5.3 Downlink and uplink 55
5.3.1 Transmission octet order for WORD based data types 55
5.3.2 Downlink and uplink transmission 56
5.3.3 Preamble 56
5.3.4 Syncword 57
5.3.5 Downlink and uplink CRC 58
5.3.6 CRC Transmission 58
5.3.7 Data Whitening 59
5.3.8 Regular downlink packet 60
5.3.9 Configuration downlink packet 61
5.3.10 Uplink Single Slot 61
5.3.11 Uplink Double Slot 62
5.4 W-Sub-cycle 62
5.4.1 General 62
5.4.2 W-Sub-cycle structure 62
5.4.3 Regular W-Frame 63
5.4.4 Configuration W-Frame 64
5.5 Medium Access Control (MAC) 64
5.5.1 General 64
5.5.2 Frequency channels 65
5.5.3 Alternative Hopping algorithms 66
5.5.4 Configuration Frequencies 66
5.5.5 Blocklisting 66
5.5.6 Wireless Quality 66
5.6 Physical Layer (PL) services 68
5.6.1 Overview 68
5.6.2 PL Services for W-Master 68
5.6.3 PL Services for W-Device 82
5.7 Physical Layer PL protocol 89
5.7.1 Usage of the Configuration Channel 89
5.7.2 PL W-Master state machine 94
5.7.3 PL W-Device state machine 106

6 Data Link Layer DL-A 111
6.1 General 111
6.2 General W-Master 112
6.2.1 General 112
6.2.2 W-Track and W-Device-Mapper (TDMapper) 112
6.3 General (W-Device) 112
6.4 DL-A services 113
6.4.1 Overview 113
6.4.2 MCmd (W-Master and W-Device) 113
6.4.3 ISDUMsg (W-Master and W-Device) 114
6.4.4 DownLinkAck (W-Master) 116
6.4.5 UpLinkAck (W-Device) 118
6.4.6 EventMsg (W-Master and W-Device) 118
6.4.7 PDOutMsg (W-Master and W-Device) 119
6.4.8 PDInMsg (W-Master and W-Device) 121
6.5 Acknowledgments (DownLinkAck and UpLinkAck) 122
6.6 Message handler 122
6.6.1 General 122
6.6.2 State machine of the W-Master Message handler (DL-A) 123
6.6.3 Compilation of DLink control octet 126
6.6.4 State machine of the W-Device Message handler (DL-A) 127
6.6.5 Compilation of ULink control octet 131
7 Data Link Layer DL-B 132
7.1 DL-B services 132
7.1.1 Overview of services within W-Master and W-Device 132
7.1.2 DL_PDCycle (W-Master and W-Device) 132
7.1.3 DL_PDInputTransport (W-Master) 132
7.1.4 DL_Control (W-Master and W-Device) 133
7.1.5 DL_PDOutputUpdate (W-Master) 133
7.1.6 DL_PDOutputTransport (W-Device) 134
7.1.7 DL_PDInputUpdate (W-Device) 135
7.1.8 DL_Event (W-Master and W-Device) 135
7.1.9 DL_ISDUTransport (W-Master and W-Device) 136
7.1.10 DL_ISDUAbort (W-Master and W-Device) 137
7.1.11 DL_TDConfig (W-Master) 137
7.1.12 DL_Read (W-Master and W-Device) 138
7.1.13 DL_Write (W-Master and W-Device) 140
7.1.14 DL_SetMode (W-Master) 141
7.1.15 DL_Mode (W-Master and W-Device) 142
7.1.16 DL_MaxRetry (W-Device) 142
7.1.17 DL_SetParam (W-Master and W-Device) 142
7.2 DL-mode handler 143
7.2.1 General 143
7.2.2 State machine of the W-Master DL-mode handler 144
7.2.3 State machine of the W-Device DL-mode handler 146
7.3 Process Data handler 147
7.3.1 General 147
7.3.2 State machine of the W-Master Process Data Out handler 147

7.3.3 State machine of the W-Master Process Data In handler 151
7.3.4 State machine of the W-Device Process Data Out handler 153
7.3.5 State machine of the W-Device Process Data In handler 155
7.4 Indexed Service Data Unit (ISDU) handler 157
7.4.1 General 157
7.4.2 State machine of the W-Master ISDU handler 157
7.4.3 State machine of the W-Device ISDU handler 160
7.4.4 General structure and encoding of ISDUs 162
7.5 Command handler 163
7.5.1 General 163
7.5.2 State machine of the W-Master command handler 163
7.5.3 State machine of the W-Device command handler 166
7.6 Event handler 167
7.6.1 General 167
7.6.2 State machine of the W-Master Event handler 167
7.6.3 State machine of the W-Device Event handler 170
7.7 Transmission of segmented data and retry handling 171
7.7.1 General 171
7.7.2 Transmission of segmented data 172
7.7.3 Retry-Handling 173
8 Application Layer (AL) 174
8.1 General 174
8.2 Application Layer services 174
8.2.1 General 174
8.2.2 AL_Read (W-Master and W-Device) 174
8.2.3 AL_Write (W-Master and W-Device) 176
8.2.4 AL_Abort (W-Master and W-Device) 177
8.2.5 AL_NewInput (W-Master) 177
8.2.6 AL_GetInput (W-Master) 178
8.2.7 AL_SetInput (W-Device) 179
8.2.8 AL_PDCycle (W-Master and W-Device) 179
8.2.9 AL_GetOutput (W-Device) 180
8.2.10 AL_NewOutput (W-Device) 180
8.2.11 AL_SetOutput (W-Master) 181
8.2.12 AL_Event (W-Master and W-Device) 181
8.2.13 AL_Control (W-Master and W-Device) 183
8.3 Application layer protocol 183
8.3.1 Overview 183
8.3.2 ISDU processing 183
8.3.3 Event processing 189
8.3.4 Process Data transfer 191
9 System management 195
9.1 General 195
9.2 Modes 195
9.2.1 Service Mode 195
9.2.2 Cyclic Mode 196
9.3 System management of the W-Master 197
9.3.1 Overview 197

9.3.2 System management W-Master services 198
9.3.3 SM W-Master protocol 211
9.4 System management of the W-Device 223
9.4.1 Overview 223
9.4.2 System management W-Device services 224
9.4.3 SM W-Device protocol 231
10 W-Device 238
10.1 Overview 238
10.2 Process Data Exchange (PDE) 239
10.3 IMA handling 240
10.4 Parameter Manager (PM) 240
10.4.1 General 240
10.4.2 Parameter manager state machine 241
10.4.3 Dynamic parameter 241
10.4.4 Single parameter 241
10.4.5 Block parameter 241
10.4.6 Concurrent parameterization access 241
10.4.7 Command handling 241
10.5 Data Storage (DS) 241
10.6 Event Dispatcher (ED) 241
10.7 W-Device features 242
10.7.1 General 242
10.7.2 Scan 242
10.7.3 Pairing by UniqueID 242
10.7.4 Pairing by Button / Re-Pairing 242
10.7.5 Roaming 242
10.7.6 Unpairing 242
10.7.7 W-Device backward compatibility 243
10.7.8 Protocol revision compatibility 243
10.7.9 Device human machine interface (HMI) 243
10.7.10 Parameter access locking 243
10.7.11 Data Storage locking 243
10.7.12 W-Device parameter locking 243
10.7.13 W-Device user interface locking 243
10.7.14 Data Storage concept 244
10.7.15 Block Parameter 244
10.8 W-Device reset options 244
10.9 W-Device design rules and constraints 244
10.9.1 General 244
10.9.2 Process Data 244
10.9.3 MaxRetry error detection 244
10.9.4 Communication loss 245
10.9.5 Direct Parameter Page 245
10.9.6 ISDU communication channel 245
10.9.7 DeviceID rules related to W-Device variants 245
10.9.8 Protocol constants 245
10.10 I/O W-Device description (IODD) 246
10.10.1 General 246
10.10.2 Profile Characteristics 247

10.10.3 CommNetwork Profile Instance for the IODD 247
10.11 W-Device diagnosis 249
10.11.1 Concepts 249
10.11.2 Events 249
10.11.3 W-Device HMI 250
10.12 W-Device connectivity 251
11 W-Master 251
11.1 Overview 251
11.2 Services of the Standardized Master Interface (SMI) 254
11.2.1 Overview 254
11.2.2 SMI_WMasterConfiguration 255
11.2.3 SMI_ReadbackWMasterConfiguration 256
11.2.4 SMI_WTrackStatus 258
11.2.5 SMI_WScan 260
11.2.6 SMI_WPortPairing 262
11.2.7 SMI_WScanStatus 264
11.2.8 SMI_WQualityStatus 266
11.3 Configuration Manager (CM) 268
11.3.1 General 268
11.3.2 Coordination of Master applications 268
11.3.3 State machines of the Configuration Manager 269
11.4 Data Storage (DS) 275
11.5 On-request Data Exchange (ODE) 276
11.6 Diagnosis Unit (DU) 276
11.7 Process Data Exchange (PDE) 276
11.7.1 General 276
11.7.2 Process Data input mapping 276
11.7.3 Process Data output mapping 276
11.7.4 Process Data invalid/valid qualifier status 276
11.8 Port and Device Configuration Tool (PDCT) 277
11.8.1 General 277
11.8.2 Basic layout examples 277
11.9 Gateway application 279
11.9.1 General 279
11.9.2 Changing W-Device configuration including Data Storage 279
11.9.3 Parameter server and recipe control 279
11.9.4 Interoperability to 5G Systems 280
11.10 Human machine Interface (HMI), Faulty W-Device replacement 280
12 W-Bridge 280
12.1 Overview 280
12.2 Process Data Exchange (PDE) 281
12.2.1 General 281
12.2.2 Process Data mapping 281
12.3 On-request Data Exchange (ODE) 281
12.3.1 General 281
12.3.2 Wireless Parameters 281
12.3.3 Parameters of connected SDCI Device 281
12.4 Data Storage 282
12.5 Diagnosis Unit (DU) 282

12.5.1 General 282
12.5.2 Device Events (Wireless) 282
12.5.3 Device Events 282
12.5.4 Port Events 282
12.6 Design Rules 283
12.6.1 General 283
12.6.2 Timing constraints 283
12.6.3 Static behaviour 283
12.6.4 Dynamic behavior 285
12.6.5 UniqueID 292
12.7 I/O W-Device description (W-IODD) 292
Annex A (normative) W-Messages Codings 294
A.1 Overview 294
A.2 Definition of a W-Message 294
A.3 Downlink W-Messages: control octets 294
A.3.1 DLink control octet 294
A.3.2 DLink control octets contains MasterCommand 296
A.4 Uplink W-Messages 297
A.4.1 General 297
A.4.2 ULink control octet 297
A.5 Example for combination of several W-Messages within a DLink / PreDLink 297
A.6 Example for DLink data transmission within cyclic process data and segmentation 298
A.7 Examples for uplink data transmissions 300
A.7.1 General 300
A.7.2 DSlot W-Device sends 8 octets not segmented Process Data In to W-Master 300
A.7.3 DSlot W-Device sends 32 octets segmented Process Data In to W-Master 300
A.7.4 SSlot W-Device responds with 3 octets segmented ISDU Data to W-Master 300
A.7.5 DSlot W-Device sends 4 octets Process Data In every 5 ms and responds with 25 octets segmented ISDU Data to W-Master 301
A.8 User data (PD or OD) 302
A.9 PDVALID PDINVALID 302
A.10 General structure and encoding of ISDUs 302
A.11 General structure and encoding of Events 303
A.11.1 EventQualifier 303
A.11.2 EventCode 304
Annex B (normative) W-Frame Codings, CRC calculation and errors 305
B.1 Description of ConnectionParameter 305
B.2 Downlink packet encodings for Normal Operation 305
B.3 Downlink packet encodings for Configuration Operation 306
B.3.1 General 306
B.3.2 Scan Request downlink packet 307
B.3.3 Pairing Request downlink packet 308
B.3.4 Pairing Negotiation downlink packet 309
B.4 Uplink packet encodings for Normal Operations 310
B.4.1 Regular Single Slot uplink packet 310
B.4.2 Regular Double Slot uplink packet 311

B.4.3 IMA uplink packet 311
B.5 Uplink packet encodings for Configuration Operations 312
B.5.1 General 312
B.5.2 Scan Response uplink packet 313
B.5.3 Pairing Response uplink packet 313
B.5.4 Negotiation Response uplink packet 314
B.6 Acknowledge generation 314
B.7 CRC16 and CRC32 calculation 314
B.8 Errors 315
B.8.1 General 315
B.8.2 Checksum errors 315
B.8.3 IMA timeout errors 315
B.8.4 False positive Error 315
Annex C (normative) W-Device Parameter and commands 316
C.1 Overview 316
C.2 Direct Parameter Page 1 317
C.2.1 General 317
C.2.2 MasterCommand 319
C.2.3 Revision ID 319
C.2.4 ProcessDataIn 319
C.2.5 ProcessDataOut 319
C.2.6 VendorID 320
C.2.7 DeviceID 320
C.2.8 FunctionID 320
C.2.9 SystemCommand 320
C.3 Direct Parameter Page 2 320
C.4 SDCI wireless specific parameters 320
C.4.1 Overview 320
C.4.2 SystemCommand 322
C.4.3 WDeviceMode 323
C.4.4 Wireless System 323
C.4.5 WRadioInfo 325
C.4.6 ISDU Mapping for system management 326
C.4.7 SerialNumber 326
C.4.8 Wireless Quality 326
C.4.9 W-Bridge Information 327
C.4.10 AdaptiveHopTable 328
C.4.11 Blocked ISDU indexes for low energy W-Device 328
C.4.12 WCycleTime 328
Annex D (normative) EventCodes 330
D.1 General 330
D.2 EventCodes for W-Devices 330
D.3 EventCodes for W-Ports 330
Annex E (normative) Coding of ArgBlocks 331
E.1 Overview Arg Blocks 331
E.1.1 General 331
E.1.2 WPortConfigList 332
E.1.3 WPortStatusList 333
E.1.4 WPortStatusList WMasterConfigList 333

E.1.5 WTrackStatusList 334
E.1.6 WPortPairing 335
E.1.7 WScanConfigList 335
E.1.8 WScanStatusList 335
E.1.9 WQualityStatusList 336
Annex F (normative) Data Types 337
Annex G (normative) Device design rules for low energy W-Devices 338
G.1 Low energy W-Devices 338
G.1.1 General 338
G.1.2 Low voltage design 338
G.1.3 Event triggered activation 338
G.1.4 Long IMATime 338
G.1.5 Pre-Downlink 338
G.1.6 W-Master not reachable 338
G.1.7 Quick Synchronization 338
G.1.8 Establish communication 338
G.1.9 HMI sleep 339
G.2 Battery lifetime calculation 339
Annex H (normative) Frequency Hopping Calculation 341
H.1 Blocklisting 341
H.2 Creation of frequency hopping table HT01 with blocklisting 342
H.2.1 General 342
H.2.2 Example with 2 WLAN Channels 343
H.2.3 Example with one WLAN channel 346
H.3 Modified Sequence for ServiceMode 349
H.4 Adaptive Hopping Table 350
Annex I (normative) How to get a certified product 353
I.1 General 353
I.2 Radio Certification 353
I.3 IO-Link Certification 353
Annex J (normative) Regulatory Compliance 354
J.1 General 354
J.2 Compliance with FCC 15.247 354
J.3 Compliance with ETSI EN 300 328 354
J.4 Compliance with ETSI EN 300 440 355
Annex K (informative) Radio field planning 356
K.1 General 356
K.2 Range and reliability examination 356
K.2.1 General 356
K.2.2 Rayleigh -> Non-Line of Sight: 358
K.2.3 Conclusion (EXAMPLE CHIP 2): 360
Annex L (informative) Coexistence management 361
L.1 Coexistence management 361
L.2 Wireless System Type 361
L.3 Wireless Device Type 361
Bibliography 363

Figure 1 – Generalized example of a confirmed service 33

Figure 2 – Example of initiator / receiver of services (W-Device) 34
Figure 3 – Example of service between W-Master and W-Device in generalized and detailed view 35
Figure 4 – Example of confirmed / non-confirmed services (W-Device) 35
Figure 5 – SDCI wired and wireless topology 36
Figure 6 – SDCI wireless system 37
Figure 7 – Object transfer at the Application Layer (AL) level 38
Figure 8 – Radius of a cell with a 1 W-Track W-Master 40
Figure 9 – Cell consisting of 2 W-Master cells 40
Figure 10 – Cell concept 41
Figure 11 – Roaming between W-Master cells 43
Figure 12 – Downlink 46
Figure 13 – Uplink 46
Figure 14 – Transmission capacity with SSlots and DSlots 47
Figure 15 – Uplink assignments 47
Figure 16 – TDMA and FDMA in the W-Cycle 48
Figure 17 – W-Frame and W-Sub-cycle 49
Figure 18 – Logical structure of W-Master and W-Device 50
Figure 19 – Base technology and modulation 52
Figure 20 – Transceiver timings 53
Figure 21 – Memory Storage and transmission order for values for WORD based data types 56
Figure 22 – Bit ordering within an octet 56
Figure 23 – Octet array transmission over the air 56
Figure 24 – Octet ordering of CRC16 result values 58
Figure 25 – Octet ordering of CRC32 result values 58
Figure 26 – Data Whitening LFSR 59
Figure 27 – Regular downlink packet 61
Figure 28 – Configuration downlink packet 61
Figure 29 – Uplink packet + Guard (SSlot) 61
Figure 30 – Uplink packet + Guard (DSlot) 62
Figure 31 – Format of a W-Sub-cycle with DSlots 63
Figure 32 – SSlots and DSlots 63
Figure 33 – W-Frame structure 64
Figure 34 – W-Frame type for pairing and configuration 64
Figure 35 – LQI versus PERSubCycle for different MaxRetry 67
Figure 36 – Usage of the Configuration Channels 90
Figure 37 – Configuration sequence for Scan 91
Figure 38 – Configuration sequence for pairing by UniqueID 92
Figure 39 – Configuration sequence for pairing by Button 93
Figure 40 – Message Sequence Chart for Roaming 94
Figure 41 – PL W-Master state machine 95
Figure 42 – Submachine of CyclicMode_2 or RoamingMode_3 of W-Master Physical Layer 95

Figure 43 – Submachine of Handle_Sub_Cycle_4 of W-Master Physical Layer 96
Figure 44 – Submachine for Mode_Scan_12 97
Figure 45 – Submachine for Mode_Pairing_15 98
Figure 46 – PL W-Device state machine 107
Figure 47 – W-Track and W-Device-Mapper (TDMapper) 112
Figure 48 – State machine of the W-Master Message handler 123
Figure 49 – State machine of the W-Device Message handler 128
Figure 50 – W-Device Message handler sub state machine "CreateMessage_8" (DL-A) 129
Figure 51 – State machine of the W-Master DL-mode handler 144
Figure 52 – State machine of the W-Device DL-mode handler 146
Figure 53 – State machine for W-Master PDOut handler 148
Figure 54 – Sequence diagram for PDOut distribution 151
Figure 55 – State machine for W-Master PDIn handler 152
Figure 56 – State machine of the W-Device Process Data Out handler 154
Figure 57 – State machine of the W-Device Process Data In handler 156
Figure 58 – State machine of the W-Master ISDU handler 158
Figure 59 – State machine of the W-Device ISDU handler 161
Figure 60 – State machine of the W-Master command handler 164
Figure 61 – State machine of the W-Device Command handler 166
Figure 62 – State machine of the W-Master Event handler 168
Figure 63 – Sequence diagram: Single event scheduling 170
Figure 64 – State machine of the W-Device Event handler 170
Figure 65 – ISDU state machine of the W-Master AL 184
Figure 66 – ISDU state machine of the W-Device AL 185
Figure 67 – Sequence diagram: ISDU Read Data 186
Figure 68 – Sequence diagram: ISDU read Data in case of timeout 187
Figure 69 – Sequence diagram: ISDU read Data in case of error 188
Figure 70 – Sequence diagram for low energy W-Devices: ISDU Data 189
Figure 71 – Event state machine of the W-Master AL 189
Figure 72 – Event state machine of the W-Device AL 190
Figure 73 – Sequence diagram: Single Event scheduling 191
Figure 74 – PD state machine of the W-Master AL 192
Figure 75 – PD state machine of the W-Device-AL 193
Figure 76 – Sequence diagram for output Process Data 194
Figure 77 – Sequence diagram for input Process Data 195
Figure 78 – Sequence chart of the use case "port x setup" 198
Figure 79 – State Machine of the W-Master W-Track handler 212
Figure 80 – State Machine of the W-Port-handler 214
Figure 81 – Submachine CheckCompatibility_3 of the W-Port-handler 216
Figure 82 – Activities for state „CheckVxy_21" 218
Figure 83 – Activities for state „CheckComp_22" 219
Figure 84 – Activities (write parameter) in state "RestartDevice_23" 220
Figure 85 – Submachine CheckSerNum_6 of the W-Port-handler 221

Figure 86 – Activities (check SerialNumber) for state CheckSerNum_6 222
Figure 87 – State Machine of the W-Master AHT-handler 222
Figure 88 – Sequence chart of a W-Device pairing 224
Figure 89 – State machine for W-Device System Management 232
Figure 90 – State Machine of the W-Device AHT-handler 235
Figure 91 – Sequence chart of a regular W-Device startup 236
Figure 92 – Sequence chart of a W-Device startup in compatibility mode 237
Figure 93 – Sequence chart of a Device startup when compatibility fails 238
Figure 94 – Structure and services of a W-Device 239
Figure 95 – Schematic representation of the use of (a) a W-Device and (b) a W-Bridge to connect a SDCI Device. 247
Figure 96 – Device LED blink timing 250
Figure 97 – Device LED double flash timing 250
Figure 98 – Structure and services of a W-Master 252
Figure 99 – Relationship of the common W-Master applications 253
Figure 100 – Sequence diagram of configuration manager actions 269
Figure 101 – State machine of the W-Track Configuration Manager 270
Figure 102 – State machine of the W-Port Configuration Manager 272
Figure 103 – Activity for state "CheckPortMode_0" 275
Figure 104 – Propagation of PD qualifier status between W-Master and W-Device 277
Figure 105 – Example 1 of a PDCT display layout 278
Figure 106 – Example 2 of a PDCT display layout 278
Figure 107 – Generic relationship of W-Master and automation technology 279
Figure 108 – Faulty W-Device replacement 280
Figure 109 – Structure of a W-Bridge 281
Figure 110 – Data object mapping for W-Bridge with connected SDCI Device 284
Figure 111 – Data object mapping for W-Bridge stand alone 285
Figure 112 – State machine of the W-Bridge application 286
Figure 113 – Sequence chart of a W-Bridge startup with connected SDCI Device V1.1 288
Figure 114 – Sequence chart reconnect an SDCI Device while W-Bridge is in operation 289
Figure 115 – Sequence chart wireless reconnection of W-Bridge with connected SDCI Device 290
Figure 116 – Sequence chart of Device Ident with compatibility 291
Figure 117 – Sequence chart of Device Ident with no compatibility 292
Figure 118 – Schematic representation of the use of a W-Bridge to connect a SDCI Device 292
Figure A.1 – W-Message and control octet 294
Figure A.2 – Definition of DLink control octet 295
Figure A.3 – DLink control octets contains MasterCommand 296
Figure A.4 – Definition of ULink control octet 297
Figure A.5 – Placement of different W-Messages in a downlink 298
Figure A.6 – Structure of the EventQualifier 303
Figure B.1 – Downlink packet encodings 305
Figure B.2 – Scan Request packet 308

Figure B.3 – Pairing Request packet 309
Figure B.4 – Pairing Negotiation packet type 1 => DLink-Message-Type = MSG_DLink_Pair_Neg_1 309
Figure B.5 – Pairing Negotiation packet type 2 => DLink-Message-Type = MSG_DLink_Pair_Neg_2 310
Figure B.6 – Regular SSlot uplink packet 310
Figure B.7 – Regular DSlot uplink packet 311
Figure B.8 – DSlot IMA-uplink packet 312
Figure B.9 – SSlot IMA-uplink packet 312
Figure B.10 – Scan Response packet 313
Figure B.11 – Pairing Response packet 313
Figure B.12 – Pairing Negotiation uplink packet 314
Figure C.1 – Memory mapping of the direct parameter page 1 of a W-Master with a W-Device 316
Figure C.2 – Index space for ISDU data objects 321
Figure C.3 – UniqueID octet mapping 323
Figure C.4 – WMasterCycleTime and WMinCycleTime 329
Figure H.1 – Blocklisting of 2 WLAN channels in 2,4GHz ISM Band 343
Figure H.2 – Blocklisting of one WLAN channel in 2,4 GHz ISM Band 346
Figure H.3 – Usage of the configuration frequencies 349
Figure H.4 – Changing Hopping Table synchronization timeline 351
Figure H.5 – AHT WakeUp sequence 352
Figure H.6 – AHT Jump sequence 352
Figure K.1 – BEP over received power EXAMPLE CHIP 1 356
Figure K.2 – BEP over received power EXAMPLE CHIP 2 357
Figure K.3 – Exemplary Rayleigh Channel, measured in a reverberation chamber 358
Figure K.4 – Expected SDCI wireless channel with Rayleigh CDF (mean power −64 dBm) 359

Table 1 – Transceiver timings within W-Sub-cycle of W-Master 54
Table 2 – Transceiver timings within W-Sub-cycle of W-Device 55
Table 3 – Octet ordering of Preamble values 57
Table 4 – Octet ordering of ConfigSyncword 57
Table 5 – List of DataSyncword 57
Table 6 – LFSR Seed Values 59
Table 7 – HT01 parameter 65
Table 8 – PL Service assignments of W-Master 68
Table 9 – PL_SetTrackConfig 69
Table 10 – PL_SetMode 70
Table 11 – Definition of parameters for Service PL_SetMode 70
Table 12 – PL_Scan 71
Table 13 – PL_ScanEnd 71
Table 14 – PL_SetSlotConfig 71
Table 15 – PL_Pairing 72

Table 16 – PL_State 74
Table 17 – PL_Transfer 74
Table 18 – PL_QualityService 76
Table 19 – PL_ GetHopTable 77
Table 20 – PL_ SetHopTable 78
Table 21 – PL_SetWakeUpTime 79
Table 22 – PL_WakeUpTime 79
Table 23 – PL_ AHTStatus 80
Table 24 – PL_CmdTrig 81
Table 25 – PL Service assignments of W-Device 82
Table 26 – PL_SetMode (W-Device) 82
Table 27 – PL_SetMode coding of Parameters 83
Table 28 – PL_Pairing (W-Device) 84
Table 29 – PL_State (W-Device) 84
Table 30 – PL_Transfer (W-Device) 85
Table 31 – PL_QualityService (W-Device) 86
Table 32 – PL_ SetHopTable 87
Table 33 – PL_SetWakeUpTime 88
Table 34 – PL_CmdTrig 88
Table 35 – State transition tables of the W-Master Physical Layer 98
Table 36 – State transition tables of the W-Device Physical Layer (normal W-Device) 108
Table 37 – DL-A services within W-Master and W-Device 113
Table 38 – MCmd 113
Table 39 – ISDUMsg 115
Table 40 – DownLinkAck 117
Table 41 – UpLinkAck 118
Table 42 – EventMsg 119
Table 43 – PDOutMsg 120
Table 44 – PDInMsg 121
Table 45 – State transition tables of the W-Master Message handler 123
Table 46 – Compilation of downlink control octet 127
Table 47 – State transition tables of the W-Device Message handler 129
Table 48 – Compilation of uplink control octet 131
Table 49 – Service assignments within W-Master and W-Device 132
Table 50 – DL_PDCycle 132
Table 51 – DL_PDInputTransport 133
Table 52 – DL_Control 133
Table 53 – DL_PDOutputUpdate 134
Table 54 – DL_PDOutputTransport 134
Table 55 – DL_PDInputUpdate 135
Table 56 – DL_Event 135
Table 57 – DL_ISDUTransport 136
Table 58 – DL_ISDUAbort 137

Table 59 – DL_TDConfig (W-Master) 138
Table 60 – DL_Read 139
Table 61 – DL_Write 140
Table 62 – DL_SetMode 141
Table 63 – DL_Mode 142
Table 64 – DL_MaxRetry 142
Table 65 – DL_SetParam 143
Table 66 – State transition tables of the W-Master DL-mode handler 145
Table 67 – State transition tables of the W-Device DL-mode handler 146
Table 68 – State Transition tables of the W-Master PDOut handler 149
Table 69 – State transition tables of the W-Master PDIn handler 152
Table 70 – State transition tables of the W-Device PDOut handler 154
Table 71 – State transition tables of the W-Device PDIn handler 156
Table 72 – State transition tables of the W-Master ISDU handler 158
Table 73 – State transition tables of the W-Device ISDU handler 161
Table 74 – Definition of the nibble "I-Service" 163
Table 75 – State transition tables of the W-Master command handler 164
Table 76 – State transition tables of the W-Device Command handler 166
Table 77 – State transition tables of the W-Master Event handler DL 168
Table 78 – State transition tables of the W-Device Event handler 171
Table 79 – Flow Control for segmented data 173
Table 80 – AL services within W-Master and W-Device 174
Table 81 – AL_Read 175
Table 82 – AL_Write 176
Table 83 – AL_Abort 177
Table 84 – AL_NewInput 177
Table 85 – AL_GetInput 178
Table 86 – AL_SetInput 179
Table 87 – AL_PDCycle 179
Table 88 – AL_GetOutput 180
Table 89 – AL_NewOutput 180
Table 90 – AL_SetOutput 181
Table 91 – AL_Event 182
Table 92 – AL_Control 183
Table 93 – State transition tables of the ISDU W-Master AL 184
Table 94 – State transition tables of the ISDU W-Device AL 185
Table 95 – State transition tables of the Event W-Master AL 190
Table 96 – State transition tables of the Event W-Device AL 190
Table 97 – State transition tables of the PD W-Master AL 192
Table 98 – State transition tables of the PD W-Device AL 193
Table 99 – SM services within the W-Master 199
Table 100 – SM_SetMasterConfig 199
Table 101 – SM_SetTrackMode 200

Table 102 – SM_GetTrackMode 201
Table 103 – SM_TrackScanResult 202
Table 104 – SM_TrackScanEnd 203
Table 105 – SM_SetPortConfig 203
Table 106 – Definition of the InspectionLevel (IL) 205
Table 107 – Definitions of the Target Modes 205
Table 108 – SM_GetPortConfig 205
Table 109 – SM_PortPairing 207
Table 110 – SM_PortMode 208
Table 111 – SM_GetPortQuality 209
Table 112 – SM_Operate 211
Table 113 – State transition tables of the W-Master W-Track handler 212
Table 114 – State transition tables of the W-Port-handler 214
Table 115 – State transition tables Submachine Check Compatibility 3 W-Port-handler 217
Table 116 – State transition tables Submachine CheckSerNum_6 of the W-Port-handler 221
Table 117 – State transition table of the W-Master AHT-handler 223
Table 118 – System management services within the W-Device 225
Table 119 – SM_SetDeviceCom 225
Table 120 – SM_GetDeviceCom 227
Table 121 – SM_SetDeviceIdent 228
Table 122 – SM_GetDeviceIdent 229
Table 123 – Service SM_SetDeviceMode 230
Table 124 – Service SM_DeviceMode 231
Table 125 – State transition tables of the W-Device System Management 233
Table 126 – State transition table of the W-Device AHT-handler 235
Table 127 – Overview of the protocol constants for W-Device 246
Table 128 – Visual states of W-Device 250
Table 129 – Pairing Button functions 251
Table 130 – Internal variables and Events to control the common W-Master applications 253
Table 131 – SMI services 254
Table 132 – SMI_WMasterConfiguration 255
Table 133 – SMI_ReadbackWMasterConfiguration 257
Table 134 – SMI_WTrackStatus 259
Table 135 – SMI_WScan 261
Table 136 – SMI_WPortPairing 263
Table 137 – SMI_WScanStatus 265
Table 138 – SMI_WQualityStatus 267
Table 139 – Not supported SMI services 268
Table 140 – State transition tables of the W-Track Configuration Manager 271
Table 141 – State transition tables of the W-Port Configuration Manager 272
Table 142 – Different triggers in state machines 276
Table 143 – Blocked Port Event Codes 282

Table 144 – State transition tables of the W-Bridge application 286
Table A.1 – Definition of DataLength (DLen) 295
Table A.2 – Definition of ChannelCode (ChC) for DLink 296
Table A.3 – Definition of ChannelCode (ChC) for ULink 297
Table A.4 – Data types for user data 302
Table A.5 – PDVALID PDINVALID 302
Table A.6 – Values of INSTANCE 303
Table A.7 – Values of SOURCE 303
Table A.8 – Values of TYPE 303
Table A.9 – Values of MODE 304
Table B.1 – Description of ConnectionParameter 305
Table B.2 – MasterID 306
Table B.3 – Track_N 306
Table B.4 – Normal DLink ACK (8 bit field) 306
Table B.5 – Downlink-MSG-Type coding and content (Config Mode only) 306
Table B.6 – Uplink Type 307
Table B.7 – Config downlink ACK (1 bit) 307
Table B.8 – Scan DLink ACK (4 bit field, only used for Scan Request downlink) 307
Table B.9 – Roaming Flag 307
Table B.10 – Track_N 307
Table B.11 – Slot_N 307
Table B.12 – Pairing Request: Unique ID 309
Table B.13 – Values for Frequency Table length 310
Table B.14 – Permitted Values for HOP_N 310
Table B.15 – HOP_N Bit coding 310
Table B.16 – Uplink IMA 311
Table B.17 – Uplink Alert Back Alive (ABA) 311
Table B.18 – Uplink ACK 311
Table B.19 – Diagnosis encoding octet 7 (RSSI) 312
Table B.20 – Diagnosis encoding octet 8 (LQI_D) 312
Table B.21 – Uplink-MSG-Type (Config Mode only) 312
Table B.22 – Slot-Type in config uplink 313
Table B.23 – RevisionID 313
Table C.1 – Direct Parameter Page 1 318
Table C.2 – Types of MasterCommands 319
Table C.3 – Index assignment of data objects (W-Device parameter) 321
Table C.4 – WDeviceMode 323
Table C.5 – Wireless system index assignments 323
Table C.6 – Minimum and maximum IMA time 324
Table C.7 – IMA time encoding 324
Table C.8 – Time value encoding table for the IMATime 324
Table C.9 – Value for the maximal number of retries 325
Table C.10 – TxPower parameter 325

Table C.11 – Radio manufacturer identification information....326
Table C.12 – ISDU indexes for system management....326
Table C.13 – WirelessQuality index assignments....327
Table C.14 – LQI parameter....327
Table C.15 – RSSI parameter....327
Table C.16 – W-Bridge information index assignments....328
Table C.17 – Update hopping table index assignments....328
Table C.18 – Blocked ISDU indexes for low energy W-Device....328
Table C.19 – WCycleTime information....329
Table C.20 – Possible values of WMasterCycleTime and WMinCycleTime....329
Table D.1 – EventCodes for W-Devices....330
Table D.2 – EventCodes for W-Ports....330
Table E.1 – ArgBlock types and their ArgBlockIDs....331
Table E.2 – WPortConfigList....332
Table E.3 – WPortStatusList....333
Table E.4 – WMasterConfigList....333
Table E.5 – WTrackStatusList....334
Table E.6 – WPortPairing....335
Table E.7 – WScanConfigList....335
Table E.8 – WScanStatusList....336
Table E.9 – WQualityStatusList....336
Table G.1 – Recommended power on time....339
Table G.2 – Values for calculation....340
Table H.1 – Overview frequency channels for blocklisting....341
Table H.2 – Frequency table for WLAN channels....342
Table H.3 – WLAN channels 1 and 6 blocklisting example....343
Table H.4 – Frequency Table for 5 W-Tracks....345
Table H.5 – WLAN Channel 1 Blocklisting example....346
Table H.6 – Frequencies Table for 1 W-Track....348
Table H.7 – Timeouts for ServiceMode....350
Table H.8 – AHT UpdateType....351
Table L.1 – Wireless System Type....361
Table L.2 – Wireless Device Type....362

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

INDUSTRIAL NETWORKS – SINGLE-DROP DIGITAL COMMUNICATION INTERFACE –

Part 3: Wireless extensions

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at https://patents.iec.ch. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 61139-3 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation. It is an International Standard.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
65C/1268/FDIS	65C/1274/RVD

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts in the IEC 61139 series, published under the general title *Industrial networks – Single-drop digital communication interface*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

The wired single-drop digital communication interface technology for small sensors and actuators (SDCI), commonly known as IO-Link™[1] is subject matter of the standard IEC 61131-9. It extends the traditional switching input and output interfaces as defined in IEC 61131-2 towards a point-to-point communication link using coded switching. This technology enables the cyclic exchange of digital input and output process data between a Master and its associated W-Devices (sensors, actuators, I/O terminals, etc.). The Master can be part of a fieldbus communication system or any stand-alone processing unit. The technology also enables the acyclic transfer of parameters to Devices and the propagation of diagnosis information from the Devices to the upper-level automation system (controller, host) via the Master/gateway.

This document provides the necessary changes and extensions to the basic IEC 61131-9 for wireless communication including the radio characteristic, air interface, frequencies, message/frame types, and pairing mechanism as well as the necessary configuration management and the changes of state machines compared to IEC 61131-9.

The main characteristics of the SDCI wireless technology are:

- The application interface for cyclic (Process Data) and acyclic data (On-request Data) is compatible to SDCI; from the user perspective, it is a transparent view on wireless Devices (W-Devices).
- A wireless Master (W-Master) can handle up to 5 transmission tracks in parallel, each W-Track can handle a maximum of 8 W-Devices, thus supporting up to 40 W-Devices per W-Master.
- Up to 3 W-Master can be placed in a cell, yielding a maximum of 120 W-Devices per W-Master cell.
- A scan service is available for discovery of yet unpaired W-Devices.
- A pairing service is provided to assign W-Devices to a W-Master, corresponding to a logical cable connection.
- Controlled roaming between multiple W-Master cells is supported by a dedicated handover mechanism.
- A minimum transmission cycle time of 5 ms can support high-speed wireless applications with a payload of up to 32 octets.
- SDCI wireless also supports mechanisms for low energy W-Devices.
- SDCI wireless utilizes in this version radios for the 2,4 GHz ISM band, divided to frequency channels with a spacing of 1 MHz.
- Frequency Hopping changes the frequency channels for each transmission as a measure against interference, yielding a residual failure probability (RFP) of 10^{-9} which is similar to a wired connection.
- Wireless coexistence with other wireless systems (e.g. WLAN) is achieved with a blocklisting mechanism.
- To comply with regulatory standards, transmission power is limited to ≤ 10 dBm (10 mW) EIRP, still yielding a range of up to 20 m in case of a W-Master cell with one W-Track. In case of more than one W-Track, 10 m can be achieved. These figures are dependent on the machine environment.
- Each transmission W-Track in a W-Master can use its own narrow-band transceiver and dedicated antenna or all of them can use a single shared transceiver and/or antenna.

---

[1] IO-Link™ is a trade name of the IO-Link Consortium. The IO-Link Consortium is a non-profit trade organization to support the IO-Link communication. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance to this document does not require use of the trade name. Use of the trade name IO-Link™ requires permission of the trade name holder, see https://io-link.com/en.

INDUSTRIAL NETWORKS – SINGLE-DROP DIGITAL COMMUNICATION INTERFACE –

Part 3: Wireless extensions

1 Scope

This part of IEC 61139 specifies a wireless single-drop digital communication interface (SDCI wireless).

This is an extension to the single-drop digital communication interface (SDCI) technology that is specified in IEC 61131-9.

This document specifies the wireless communication services and protocol (physical layer, data link layer and application layer in accordance with the ISO/OSI reference model) for W-Masters and W-Devices.

NOTE This document does not cover the integration into higher level systems such as fieldbuses.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 61131-1, *Programmable controllers – Part 1: General information*

IEC 61131-2, *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*

IEC 61131-9:2022, *Programmable controllers – Part 9: Single-drop digital communication interface for small sensors and actuators (SDCI)*

IEC 61158-1, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series*

IEC 62657-2, *Industrial networks – Coexistence of wireless systems – Part 2: Coexistence management*

ETSI EG 203 367, *Short Range Devices (SRD) ETSI EG 203 367 "Guide to the application of harmonized standards covering articles 3.1b and 3.2 of the Directive 2014/53/EU (RED) to multi-radio and combined radio and non-radio equipment*

ETSI EN 300 328, *Wideband transmission systems; Data transmission equipment operating in the 2.4 GHz ISM band and using wide band modulation techniques; Harmonized Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU"*

ETSI EN 300 440, *Short Range Devices (SRD); ETSI EN 300 440 Radio equipment to be used in the 1 GHz to 40 GHz frequency range; Harmonized Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU*

FCC §15.247, *Radio frequency devices; Operation within the bands 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz, and 5725-5850 MHz*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 386
INTRODUCTION 388
1 Domaine d'application 390
2 Références normatives 390
3 Termes, définitions, abréviations et conventions 391
3.1 Termes et définitions 391
3.2 Abréviations 398
3.3 Conventions 400
3.3.1 Généralités 400
3.3.2 Primitives de service 400
3.3.3 Paramètres de service 401
3.3.4 Procédures de services 401
3.3.5 Attributs de service 402
3.3.6 Figures 403
3.3.7 Ordre de transmission des octets 404
3.3.8 Descriptifs comportementaux 405
3.3.9 Format de tableau triple 405
4 Vue d'ensemble de l'interface de communication numérique sans fil 405
4.1 Objet et topologie 405
4.2 Positionnement dans la hiérarchie de l'automatisation 406
4.2.1 Généralités 406
4.2.2 Relation avec l'IEC 61131-9 408
4.2.3 Rôle d'un Maître sans fil 410
4.2.4 Rôle d'un Appareil sans fil 410
4.2.5 Rôle d'un Pont sans fil 410
4.2.6 Outil de configuration système 410
4.2.7 Mapping avec les bus de terrain 410
4.3 Concept de cellule 411
4.4 Mécanismes sans fil 412
4.4.1 Généralités 412
4.4.2 Balayage (Détection d'Appareils sans fil) 412
4.4.3 Appairage 413
4.4.4 Désappairage 413
4.4.5 Roaming (itinérance) 414
4.4.6 Appairage automatique 416
4.4.7 Traitement des erreurs de transmission 416
4.4.8 Supervision "I am alive" (IMA) 416
4.4.9 Supervision de la qualité sans fil 416
4.5 Concept d'interface radio 417
4.5.1 Généralités 417
4.5.2 Accès multiple par répartition en fréquence (AMRF) 417
4.5.3 Accès multiple par répartition dans le temps (AMRT) 418
4.5.4 SSlots, DSlots et capacité de transmission 420
4.5.5 Affectation des Appareils sans fil à des Voies sans fil et des créneaux temporels 420
4.5.6 Affectation des Ports sans fil aux Appareils sans fil 421
4.5.7 Cycle sans fil 421

4.5.8 Trame sans fil 422
4.6 Caractéristiques de la technologie SDCI sans fil 423
4.7 Modèle de couche 424
4.8 Évaluation de la conformité 425
5 Couche physique (PL) 425
5.1 Généralités 425
5.2 Technologie de base, couche physique (PL) 425
5.2.1 Généralités 425
5.2.2 Vitesse de transmission 425
5.2.3 Précision de la fréquence porteuse 425
5.2.4 Étalonnage de la fréquence porteuse d'un Appareil sans fil 426
5.2.5 Étalonnage de la fréquence porteuse d'un Maître sans fil 426
5.2.6 Modulation 426
5.2.7 Puissance de transmission 427
5.2.8 Antenne 427
5.2.9 Sensibilité du récepteur SDCI sans fil 427
5.2.10 Temporisations de l'émetteur-récepteur 427
5.3 Liaison descendante et liaison montante 430
5.3.1 Ordre d'octets de transmission pour les types de données à base de MOTS 430
5.3.2 Transmission en liaison descendante et en liaison montante 431
5.3.3 Préambule 432
5.3.4 Mot de synchronisation 432
5.3.5 CRC de liaison descendante et de liaison montante 433
5.3.6 Transmission de CRC 434
5.3.7 Blanchiment des données 434
5.3.8 Paquet en liaison descendante normale 436
5.3.9 Paquet en liaison descendante de configuration 437
5.3.10 Créneau temporel simple en liaison montante 438
5.3.11 Créneau temporel double en liaison montante 438
5.4 Sous-cycle sans fil 439
5.4.1 Généralités 439
5.4.2 Structure d'un Sous-cycle sans fil 439
5.4.3 Trame sans fil normale 440
5.4.4 Trame sans fil de configuration 441
5.5 Contrôle d'accès au support (MAC) 441
5.5.1 Généralités 441
5.5.2 Canaux de fréquences 442
5.5.3 Autres algorithmes de saut 443
5.5.4 Fréquences de configuration 443
5.5.5 Liste de blocage 443
5.5.6 Qualité sans fil 443
5.6 Services de la couche physique (PL) 445
5.6.1 Vue d'ensemble 445
5.6.2 Services de PL pour le Maître sans fil 446
5.6.3 Services de PL pour un Appareil sans fil 461
5.7 Protocole de couche physique (PL) 469
5.7.1 Utilisation du canal de configuration 469
5.7.2 Diagramme d'états de la PL du Maître sans fil 478

5.7.3 Diagramme d'états de la PL de l'Appareil sans fil 492
6 Couche de liaison de données (DL-A) 498
6.1 Généralités 498
6.2 Maître sans fil général 499
6.2.1 Généralités 499
6.2.2 Mappeur de Voie sans fil et d'Appareil sans fil (TDMapper) 499
6.3 Généralités (Appareil sans fil) 501
6.4 Services DL-A 501
6.4.1 Vue d'ensemble 501
6.4.2 MCmd (Maître sans fil et Appareil sans fil) 501
6.4.3 ISDUMsg (Maître sans fil et Appareil sans fil) 503
6.4.4 DownLinkAck (Maître sans fil) 505
6.4.5 UpLinkAck (Appareil sans fil) 506
6.4.6 EventMsg (Maître sans fil et Appareil sans fil) 507
6.4.7 PDOutMsg (Maître sans fil et Appareil sans fil) 508
6.4.8 PDInMsg (Maître sans fil et Appareil sans fil) 510
6.5 Acquittements (DownLinkAck et UpLinkAck) 511
6.6 Module de traitement des messages 511
6.6.1 Généralités 511
6.6.2 Diagramme d'états du module de traitement des messages du Maître sans fil (DL-A) 511
6.6.3 Compilation de l'octet de contrôle de liaison descendante 516
6.6.4 Diagramme d'états du module de traitement des messages de l'Appareil sans fil (DL-A) 517
6.6.5 Compilation de l'octet de contrôle de liaison montante 522
7 Couche de liaison de données (DL-B) 523
7.1 Services DL-B 523
7.1.1 Vue d'ensemble des services au sein du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil 523
7.1.2 DL_PDCycle (Maître sans fil et Appareil sans fil) 523
7.1.3 DL_PDInputTransport (Maître sans fil) 524
7.1.4 DL_Control (Maître sans fil et Appareil sans fil) 524
7.1.5 DL_PDOutputUpdate (Maître sans fil) 524
7.1.6 DL_PDOutputTransport (Appareil sans fil) 525
7.1.7 DL_PDInputUpdate (Appareil sans fil) 526
7.1.8 DL_Event (Maître sans fil et Appareil sans fil) 526
7.1.9 DL_ISDUTransport (Maître sans fil et Appareil sans fil) 527
7.1.10 DL_ISDUAbort (Maître sans fil et Appareil sans fil) 528
7.1.11 DL_TDConfig (Maître sans fil) 529
7.1.12 DL_Read (Maître sans fil et Appareil sans fil) 529
7.1.13 DL_Write (Maître sans fil et Appareil sans fil) 531
7.1.14 DL_SetMode (Maître sans fil) 532
7.1.15 DL_Mode (Maître sans fil et Appareil sans fil) 533
7.1.16 DL_MaxRetry (Appareil sans fil) 533
7.1.17 DL_SetParam (Maître sans fil et Appareil sans fil) 533
7.2 Module de traitement de mode DL 535
7.2.1 Généralités 535
7.2.2 Diagramme d'états du module de traitement de mode DL du Maître sans fil 535

7.2.3 Diagramme d'états du module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil 538
7.3 Module de traitement des données de processus 540
7.3.1 Généralités 540
7.3.2 Diagramme d'états du module de traitement des données de processus de sortie du Maître sans fil 540
7.3.3 Diagramme d'états du module de traitement des données de processus d'entrée du Maître sans fil 546
7.3.4 Diagramme d'états du module de traitement des données de processus de sortie de l'Appareil sans fil 549
7.3.5 Diagramme d'états du module de traitement des données de processus d'entrée de l'Appareil sans fil 551
7.4 Module de traitement des unités de données de service indexées (ISDU) 553
7.4.1 Généralités 553
7.4.2 Diagramme d'états du module de traitement des ISDU du Maître sans fil 553
7.4.3 Diagramme d'états du module de traitement des ISDU de l'Appareil sans fil 556
7.4.4 Structure générale et codage d'ISDU 559
7.5 Module de traitement des commandes 559
7.5.1 Généralités 559
7.5.2 Diagramme d'états du module de traitement des commandes du Maître sans fil 559
7.5.3 Diagramme d'états du module de traitement des commandes de l'Appareil sans fil 562
7.6 Module de traitement d'Événements 564
7.6.1 Généralités 564
7.6.2 Diagramme d'états du module de traitement d'Événements du Maître sans fil 564
7.6.3 Diagramme d'états du module de traitement d'Événements de l'Appareil sans fil 567
7.7 Transmission de données segmentées et traitement des nouvelles tentatives 568
7.7.1 Généralités 568
7.7.2 Transmission de données segmentées 569
7.7.3 Traitement des nouvelles tentatives 570
8 Couche d'application (AL) 571
8.1 Généralités 571
8.2 Services de la couche d'application 571
8.2.1 Généralités 571
8.2.2 AL_Read (Maître sans fil et Appareil sans fil) 572
8.2.3 AL_Write (Maître sans fil et Appareil sans fil) 573
8.2.4 AL_Abort (Maître sans fil et Appareil sans fil) 574
8.2.5 AL_NewInput (Maître sans fil) 575
8.2.6 AL_GetInput (Maître sans fil) 575
8.2.7 AL_SetInput (Appareil sans fil) 576
8.2.8 AL_PDCycle (Maître sans fil et Appareil sans fil) 577
8.2.9 AL_GetOutput (Appareil sans fil) 577
8.2.10 AL_NewOutput (Appareil sans fil) 578
8.2.11 AL_SetOutput (Maître sans fil) 578
8.2.12 AL_Event (Maître sans fil et Appareil sans fil) 579
8.2.13 AL_Control (Maître sans fil et Appareil sans fil) 580
8.3 Protocole de Couche d'application 581

8.3.1 Vue d'ensemble 581
8.3.2 Traitement des ISDU 581
8.3.3 Traitement des Événements 589
8.3.4 Transfert des données de processus 593
9 Gestion système 598
9.1 Généralités 598
9.2 Modes 598
9.2.1 Mode Service 598
9.2.2 Mode Cyclique 598
9.3 Gestion système du Maître sans fil 599
9.3.1 Vue d'ensemble 599
9.3.2 Services de Gestion système du Maître sans fil 603
9.3.3 Protocole SM du Maître sans fil 616
9.4 Gestion système de l'Appareil sans fil 629
9.4.1 Vue d'ensemble 629
9.4.2 Services de gestion système d'un Appareil sans fil 631
9.4.3 Protocole SM de l'Appareil sans fil 638
10 Appareil sans fil 648
10.1 Vue d'ensemble 648
10.2 Échange de données de processus (PDE) 650
10.3 Traitement IMA 650
10.4 Gestionnaire de paramètres (PM) 651
10.4.1 Généralités 651
10.4.2 Diagramme d'états du gestionnaire de paramètres 651
10.4.3 Paramètre dynamique 651
10.4.4 Paramètre unique 651
10.4.5 Paramètre de bloc 651
10.4.6 Accès concurrent au paramétrage 651
10.4.7 Traitement des commandes 651
10.5 Stockage de données (DS) 652
10.6 Répartiteur d'Événements (ED) 652
10.7 Fonctionnalités des Appareils sans fil 652
10.7.1 Généralités 652
10.7.2 Balayage 652
10.7.3 Appairage par UniqueID 652
10.7.4 Appairage par bouton/réappairage 653
10.7.5 Roaming (itinérance) 653
10.7.6 Désappairage 653
10.7.7 Rétrocompatibilité d'un Appareil sans fil 653
10.7.8 Compatibilité de versions du protocole 654
10.7.9 Interface homme-machine (IHM) des Appareils 654
10.7.10 Verrouillage de l'accès aux paramètres 654
10.7.11 Verrouillage du stockage des données 654
10.7.12 Verrouillage des paramètres de l'Appareil sans fil 654
10.7.13 Verrouillage de l'interface utilisateur de l'Appareil sans fil 654
10.7.14 Concept de stockage des données 654
10.7.15 Paramètre de bloc 655
10.8 Options de réinitialisation de l'Appareil sans fil 655
10.9 Règles et contraintes de conception d'un Appareil sans fil 655

10.9.1 Généralités 655
10.9.2 Données de processus 655
10.9.3 Détection d'erreur MaxRetry 655
10.9.4 Perte de communication 656
10.9.5 Page de Paramètres directs 656
10.9.6 Canal de communication des ISDU 656
10.9.7 Règles de DeviceID relatives aux variantes d'Appareils sans fil 657
10.9.8 Constantes de protocole 657
10.10 Description d'un Appareil sans fil d'E/S (IODD sans fil) 657
10.10.1 Généralités 657
10.10.2 Caractéristiques de profil 658
10.10.3 Instance de profil CommNetwork pour l'IODD 658
10.11 Diagnostic d'un Appareil sans fil 660
10.11.1 Concepts 660
10.11.2 Événements 660
10.11.3 IHM de l'Appareil sans fil 661
10.12 Connectivité d'un Appareil sans fil 663
11 Maître sans fil 663
11.1 Vue d'ensemble 663
11.2 Services de l'interface normalisée du maître (SMI) 668
11.2.1 Vue d'ensemble 668
11.2.2 SMI_WMasterConfiguration 669
11.2.3 SMI_ReadbackWMasterConfiguration 671
11.2.4 SMI_WTrackStatus 673
11.2.5 SMI_WScan 675
11.2.6 SMI_WPortPairing 677
11.2.7 SMI_WScanStatus 679
11.2.8 SMI_WQualityStatus 681
11.3 Gestionnaire de configuration (CM) 683
11.3.1 Généralités 683
11.3.2 Coordination des applications d'un Maître 683
11.3.3 Diagrammes d'états du gestionnaire de configuration 685
11.4 Stockage de données (DS) 692
11.5 Échange de données à la demande (ODE) 692
11.6 Unité de diagnostic (DU) 692
11.7 Échange de données de processus (PDE) 692
11.7.1 Généralités 692
11.7.2 Mapping de données de processus d'entrée 692
11.7.3 Mapping de données de processus de sortie 692
11.7.4 État du qualificatif non valide/valide des données de processus 692
11.8 Outil de configuration des ports et appareils (PDCT) 694
11.8.1 Généralités 694
11.8.2 Exemples de présentation de base 694
11.9 Application passerelle 697
11.9.1 Généralités 697
11.9.2 Modification de la configuration de l'Appareil sans fil, y compris du stockage des données 699
11.9.3 Serveur de paramètres et contrôle des recettes 699
11.9.4 Interopérabilité avec les systèmes 5G 699

11.10 Interface homme-machine (IHM), remplacement d'un Appareil sans fil défectueux 699
12 Pont sans fil 700
12.1 Vue d'ensemble 700
12.2 Échange de données de processus (PDE) 702
12.2.1 Généralités 702
12.2.2 Mapping de données de processus 702
12.3 Échange de données à la demande (ODE) 702
12.3.1 Généralités 702
12.3.2 Paramètres sans fil 702
12.3.3 Paramètres de l'Appareil SDCI connecté 702
12.4 Stockage de données 702
12.5 Unité de diagnostic (DU) 702
12.5.1 Généralités 702
12.5.2 Événements d'Appareil (sans fil) 703
12.5.3 Événements d'Appareil 703
12.5.4 Événements de Port 703
12.6 Règles de conception 703
12.6.1 Généralités 703
12.6.2 Contraintes temporelles 704
12.6.3 Comportement statique 704
12.6.4 Comportement dynamique 708
12.6.5 UniqueID 721
12.7 Description d'E/S d'un Appareil sans fil (IODD sans fil) 721
Annexe A (normative) Codages des Messages sans fil 722
A.1 Vue d'ensemble 722
A.2 Définition d'un Message sans fil 722
A.3 Messages sans fil en liaison descendante: octets de contrôle 722
A.3.1 Octet de contrôle de liaison descendante 722
A.3.2 Octets de contrôle de liaison descendante contenant une MasterCommand 724
A.4 Messages sans fil de liaison montante 725
A.4.1 Généralités 725
A.4.2 Octet de contrôle de liaison montante 725
A.5 Exemple de combinaison de plusieurs Messages sans fil au sein d'une liaison descendante/préliaison descendante 726
A.6 Exemple de transmission de données de liaison descendante au sein de données de processus cycliques et segmentation 727
A.7 Exemples de transmissions de données de liaison montante 728
A.7.1 Généralités 728
A.7.2 Envoi par un Appareil sans fil DSlot de 8 octets de données de processus d'entrée non segmentées au Maître sans fil 728
A.7.3 Envoi par un Appareil sans fil DSlot de 32 octets de données de processus d'entrée segmentées au Maître sans fil 729
A.7.4 Réponse d'un Appareil sans fil SSlot avec 3 octets de données ISDU segmentées au Maître sans fil 729
A.7.5 Envoi par un Appareil sans fil DSlot de 4 octets de données de processus d'entrée toutes les 5 ms et réponse avec 25 octets de données ISDU segmentées au Maître sans fil 730
A.8 Données utilisateur (PD ou OD) 731
A.9 PDVALID PDINVALID 731

A.10 Structure générale et codage d'ISDU 732
A.11 Structure générale et codage d'Événements 732
A.11.1 EventQualifier 732
A.11.2 EventCode 733
Annexe B (normative) Codage des Trames sans fil, calcul de CRC et erreurs 734
B.1 Description de ConnectionParameter 734
B.2 Codages des paquets en liaison descendante pour les opérations normales 734
B.3 Codages des paquets en liaison descendante pour les opérations de configuration 736
B.3.1 Généralités 736
B.3.2 Paquet Demande de balayage en liaison descendante 738
B.3.3 Paquet Demande d'appairage en liaison descendante 740
B.3.4 Paquet Négociation d'appairage en liaison descendante 742
B.4 Codages des paquets en liaison montante pour les opérations normales 744
B.4.1 Paquet en liaison montante normale à créneau temporel simple 744
B.4.2 Paquet en liaison montante normale à créneau temporel double 745
B.4.3 Paquet IMA en liaison montante 746
B.5 Codages des paquets en liaison montante pour les opérations de configuration 747
B.5.1 Généralités 747
B.5.2 Paquet Réponse de balayage en liaison montante 748
B.5.3 Paquet Réponse d'appairage en liaison montante 748
B.5.4 Paquet Réponse de négociation en liaison montante 749
B.6 Génération d'acquittement 749
B.7 Calcul de CRC16 et CRC32 750
B.8 Erreurs 751
B.8.1 Généralités 751
B.8.2 Erreurs de somme de contrôle 751
B.8.3 Erreurs d'expiration de temporisation IMA 751
B.8.4 Erreur de faux positif 751
Annexe C (normative) Paramètres et commandes de l'Appareil sans fil 752
C.1 Vue d'ensemble 752
C.2 Page 1 de Paramètres directs 753
C.2.1 Généralités 753
C.2.2 MasterCommand 755
C.2.3 RevisionID 755
C.2.4 ProcessDataIn 755
C.2.5 ProcessDataOut 755
C.2.6 VendorID 756
C.2.7 DeviceID 756
C.2.8 FunctionID 756
C.2.9 SystemCommand 756
C.3 Page 2 de Paramètres directs 756
C.4 Paramètres spécifiques à la SDCI sans fil 756
C.4.1 Vue d'ensemble 756
C.4.2 SystemCommand 759
C.4.3 WDeviceMode 759
C.4.4 Système sans fil 759
C.4.5 WRadioInfo 762

C.4.6 Mapping de l'ISDU pour la gestion système 762
C.4.7 SerialNumber 763
C.4.8 Qualité sans fil 763
C.4.9 Informations relatives aux Ponts sans fil 764
C.4.10 AdaptiveHopTable 765
C.4.11 Index d'ISDU bloqués pour l'Appareil sans fil basse consommation 765
C.4.12 WCycleTime 766
Annexe D (normative) EventCodes 767
D.1 Généralités 767
D.2 EventCodes pour les Appareils sans fil 767
D.3 EventCodes pour les Ports sans fil 767
Annexe E (normative) Codage des ArgBlocks 768
E.1 Vue d'ensemble des ArgBlocks 768
E.1.1 Généralités 768
E.1.2 WPortConfigList 769
E.1.3 WPortStatusList 770
E.1.4 WPortStatusList et WMasterConfigList 771
E.1.5 WTrackStatusList 771
E.1.6 WPortPairing 772
E.1.7 WScanConfigList 773
E.1.8 WScanStatusList 773
E.1.9 WQualityStatusList 774
Annexe F (normative) Types de données 775
Annexe G (normative) Règles de conception des Appareils sans fil basse consommation 776
G.1 Appareils sans fil basse consommation 776
G.1.1 Généralités 776
G.1.2 Conception basse tension 776
G.1.3 Activation déclenchée par des événements 776
G.1.4 IMATime importante 776
G.1.5 Préliaison descendante 776
G.1.6 Maître sans fil non accessible 776
G.1.7 Synchronisation rapide 776
G.1.8 Établissement de la communication 777
G.1.9 Veille de l'IHM 777
G.2 Calcul de la durée de vie d'une batterie 777
Annexe H (normative) Calcul des sauts de fréquence 779
H.1 Liste de blocage 779
H.2 Création d'une table de saut de fréquence HT01 avec une liste de blocage 780
H.2.1 Généralités 780
H.2.2 Exemple avec 2 canaux WLAN 781
H.2.3 Exemple avec un seul canal WLAN 784
H.3 Séquence modifiée pour le mode service 787
H.4 Table de saut adaptatif 788
Annexe I (normative) Comment obtenir un produit certifié 795
I.1 Généralités 795
I.2 Certification radio 795
I.3 Certification IO-Link 795

Annexe J (normative) Conformité réglementaire 796
J.1 Généralités 796
J.2 Conformité à la FCC 15.247 796
J.3 Conformité à l'ETSI EN 300 328 796
J.4 Conformité à l'ETSI EN 300 440 797
Annexe K (informative) Planification de champs radioélectriques 798
K.1 Généralités 798
K.2 Examen de la plage et de la fiabilité 798
K.2.1 Généralités 798
K.2.2 Rayleigh -> Sans visibilité directe: 800
K.2.3 Conclusion (EXEMPLE 2 de puce): 803
Annexe L (informative) Gestion de coexistence 804
L.1 Gestion de coexistence 804
L.2 Type de système sans fil 804
L.3 Types d'appareils sans fil 805
Bibliographie 806

Figure 1 – Exemple généralisé de service confirmé 400
Figure 2 – Exemple d'initiateur/destinataire de services (Appareil sans fil) 402
Figure 3 – Exemple de service entre un Maître sans fil et un Appareil sans fil selon une vue générale et détaillée 403
Figure 4 – Exemple de services confirmés/non confirmés (Appareil sans fil) 404
Figure 5 – Topologie SDCI filaire et sans fil 406
Figure 6 – Système SDCI sans fil 407
Figure 7 – Transfert d'objets au niveau de la couche d'application (AL) 409
Figure 8 – Rayon d'une cellule avec un Maître sans fil à 1 Voie sans fil 411
Figure 9 – Cellule composée de 2 cellules de Maîtres sans fil 411
Figure 10 – Concept de cellule 412
Figure 11 – Itinérance entre les cellules de Maître sans fil 415
Figure 12 – Liaison descendante 418
Figure 13 – Liaison montante 419
Figure 14 – Capacité de transmission avec des SSlots et DSlots 420
Figure 15 – Affectations en liaison montante 421
Figure 16 – AMRT et AMRF dans le Cycle sans fil 422
Figure 17 – Trame sans fil et Sous-cycle sans fil 423
Figure 18 – Structure logique du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil 424
Figure 19 – Technologie de base et modulation 426
Figure 20 – Temporisations de l'émetteur-récepteur 428
Figure 21 – Ordre de stockage en mémoire et de transmission de valeurs pour des types de données à base de MOTS 431
Figure 22 – Ordre des bits à l'intérieur d'un octet 431
Figure 23 – Transmission radio sous forme de matrice d'octets 432
Figure 24 – Ordre des octets des valeurs de résultat de CRC16 434
Figure 25 – Ordre des octets des valeurs de résultat de CRC32 434
Figure 26 – LFSR de blanchiment des données 435

Figure 27 – Paquet en liaison descendante normale 437
Figure 28 – Paquet en liaison descendante de configuration 437
Figure 29 – Paquet en liaison montante + Garde (SSlot) 438
Figure 30 – Paquet en liaison montante + Garde (DSlot) 438
Figure 31 – Format d'un Sous-cycle sans fil avec des DSlots 439
Figure 32 – SSlots et DSlots 440
Figure 33 – Structure des Trames sans fil 441
Figure 34 – Type de Trame sans fil pour l'appairage et la configuration 441
Figure 35 – Comparaison entre le LQI et le PERSubCycle pour différents MaxRetry 445
Figure 36 – Utilisation des canaux de configuration 470
Figure 37 – Séquence de configuration pour le balayage 472
Figure 38 – Séquence de configuration pour l'appairage par UniqueID 474
Figure 39 – Séquence de configuration pour l'appairage par bouton 476
Figure 40 – Diagramme séquentiel de messages pour l'itinérance 478
Figure 41 – Diagramme d'états de la PL du Maître sans fil 479
Figure 42 – Sous-diagramme de CyclicMode_2 ou RoamingMode_3 de la couche physique du Maître sans fil 479
Figure 43 – Sous-diagramme de Handle_Sub_Cycle_4 de la couche physique du Maître sans fil 480
Figure 44 – Sous-diagramme pour Mode_Scan_12 481
Figure 45 – Sous-diagramme pour Mode_Pairing_15 482
Figure 46 – Diagramme d'états de la PL de l'Appareil sans fil 493
Figure 47 – Mappeur de Voie sans fil et d'Appareil sans fil (TDMapper) 500
Figure 48 – Diagramme d'états du module de traitement des messages du Maître sans fil 512
Figure 49 – Diagramme d'états du module de traitement des messages de l'Appareil sans fil 518
Figure 50 – Sous-diagramme d'états du module de traitement des messages de l'Appareil sans fil "CreateMessage_8" (DL-A) 519
Figure 51 – Diagramme d'états du module de traitement de mode DL du Maître sans fil 536
Figure 52 – Diagramme d'états du module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil 538
Figure 53 – Diagramme d'états du module de traitement des données de processus de sortie du Maître sans fil 541
Figure 54 – Diagramme séquentiel pour la distribution des PDOut 546
Figure 55 – Diagramme d'états du module de traitement des données de processus d'entrée du Maître sans fil 547
Figure 56 – Diagramme d'états du module de traitement des données de processus de sortie de l'Appareil sans fil 549
Figure 57 – Diagramme d'états du module de traitement des données de processus d'entrée de l'Appareil sans fil 551
Figure 58 – Diagramme d'états du module de traitement des ISDU du Maître sans fil 553
Figure 59 – Diagramme d'états du module de traitement des ISDU de l'Appareil sans fil 556
Figure 60 – Diagramme d'états du module de traitement des commandes du Maître sans fil 560
Figure 61 – Diagramme d'états du module de traitement des commandes de l'Appareil sans fil 562

Figure 62 – Diagramme d'états du module de traitement d'Événements du Maître sans fil 564
Figure 63 – Diagramme séquentiel: ordonnancement d'Événements uniques 566
Figure 64 – Diagramme d'états du module de traitement d'Événements de l'Appareil sans fil 567
Figure 65 – Diagramme d'états des ISDU de la couche AL du Maître sans fil 582
Figure 66 – Diagramme d'états des ISDU de la couche AL de l'Appareil sans fil 584
Figure 67 – Diagramme séquentiel: Données de lecture ISDU 585
Figure 68 – Diagramme séquentiel: Données de lecture ISDU en cas d'expiration de temporisation 586
Figure 69 – Diagramme séquentiel: Données de lecture ISDU en cas d'erreur 587
Figure 70 – Diagramme séquentiel pour les Appareils sans fil basse consommation: Données ISDU 589
Figure 71 – Diagramme d'états d'Événements de la couche AL du Maître sans fil 589
Figure 72 – Diagramme d'états d'Événements de la couche AL de l'Appareil sans fil 590
Figure 73 – Diagramme séquentiel: ordonnancement d'Événements uniques 592
Figure 74 – Diagramme d'états des PD de la couche AL du Maître sans fil 593
Figure 75 – Diagramme d'états des PD de la couche AL de l'Appareil sans fil 594
Figure 76 – Diagramme séquentiel pour des données de processus de sortie 596
Figure 77 – Diagramme séquentiel pour des données de processus d'entrée 597
Figure 78 – Diagramme séquentiel du cas d'utilisation "Configuration de Port x" 602
Figure 79 – Diagramme d'états du module de traitement des Voies sans fil du Maître sans fil 617
Figure 80 – Diagramme d'états du module de traitement des Ports sans fil 619
Figure 81 – Sous-diagramme CheckCompatibility_3 du module de traitement des Ports sans fil 622
Figure 82 – Activités pour l'état "CheckVxy_21" 623
Figure 83 – Activités pour l'état "CheckComp_22" 624
Figure 84 – Activité (écriture de paramètres) dans l'état "RestartDevice_23" 625
Figure 85 – Sous-diagramme CheckSerNum_6 du module de traitement des Ports sans fil 626
Figure 86 – Activités (vérification du numéro de série) pour l'état CheckSerNum_6 627
Figure 87 – Diagramme d'états du module de traitement des AHT du Maître sans fil 627
Figure 88 – Diagramme séquentiel d'appairage d'un Appareil sans fil 630
Figure 89 – Diagramme d'états pour la Gestion système de l'Appareil sans fil 639
Figure 90 – Diagramme d'états du module de traitement des AHT de l'Appareil sans fil 642
Figure 91 – Diagramme séquentiel de démarrage normal d'un Appareil sans fil 644
Figure 92 – Diagramme séquentiel du démarrage d'un Appareil sans fil en mode compatibilité 646
Figure 93 – Diagramme séquentiel du démarrage d'un Appareil en cas d'échec de la compatibilité 647
Figure 94 – Structure et services d'un Appareil sans fil 649
Figure 95 – Représentation schématique de l'utilisation (a) d'un Appareil sans fil et (b) d'un Pont sans fil pour connecter un Appareil SDCI. 658
Figure 96 – Cadencement de clignotement des LED des Appareils 662
Figure 97 – Cadencement du double clignotement des LED des Appareils 662

Figure 98 – Structure et services d'un Maître sans fil 665
Figure 99 – Relation des applications communes du Maître sans fil 667
Figure 100 – Diagramme séquentiel des actions du gestionnaire de configuration 684
Figure 101 – Diagramme d'états du gestionnaire de configuration des Voies sans fil 685
Figure 102 – Diagramme d'états du gestionnaire de configuration du Port sans fil 687
Figure 103 – Activité pour l'état "CheckPortMode_0" 691
Figure 104 – Propagation de l'état du qualificatif des PD entre Maître sans fil et Appareil sans fil 693
Figure 105 – Exemple 1 de présentation de l'affichage d'un PDCT 695
Figure 106 – Exemple 2 de présentation de l'affichage d'un PDCT 696
Figure 107 – Relation générique entre le Maître sans fil et la technologie d'automatisation 698
Figure 108 – Remplacement de l'Appareil sans fil défectueux 700
Figure 109 – Structure d'un Pont sans fil 701
Figure 110 – Mapping d'objets de données pour un Pont sans fil avec un Appareil SDCI connecté 705
Figure 111 – Mapping d'objets de données pour un Pont sans fil autonome 707
Figure 112 – Diagramme d'états de l'Application de Pont sans fil 709
Figure 113 – Diagramme séquentiel du démarrage d'un Pont sans fil avec un Appareil SDCI V1.1 connecté 713
Figure 114 – Diagramme séquentiel de déconnexion et reconnexion d'un Appareil SDCI pendant que le Pont sans fil est en fonctionnement 715
Figure 115 – Diagramme séquentiel de déconnexion et de reconnexion sans fil d'un Pont sans fil avec un Appareil SDCI connecté 716
Figure 116 – Diagramme séquentiel d'identification d'Appareil avec compatibilité 718
Figure 117 – Diagramme séquentiel d'identification d'Appareil sans compatibilité 720
Figure 118 – Représentation schématique de l'utilisation d'un Pont sans fil pour connecter un Appareil SDCI 721
Figure A.1 – Message sans fil et octet de contrôle 722
Figure A.2 – Définition de l'octet de contrôle de liaison descendante 723
Figure A.3 – Octets de contrôle de liaison descendante contenant une MasterCommand 724
Figure A.4 – Définition de l'octet de contrôle de liaison montante 725
Figure A.5 – Mise en place de différents Messages sans fil dans une liaison descendante 726
Figure A.6 – Structure d'EventQualifier 732
Figure B.1 – Encodages des paquets en liaison descendante 735
Figure B.2 – Paquet de demande de balayage 739
Figure B.3 – Paquet Demande d'appairage 741
Figure B.4 – Paquet Négociation d'appairage de type 1 => Type de message de liaison descendante = MSG_DLink_Pair_Neg_1 743
Figure B.5 – Paquet Négociation d'appairage de type 2 => Type de message de liaison descendante = MSG_DLink_Pair_Neg_2 744
Figure B.6 – Paquet en liaison montante normale à créneau temporel simple 745
Figure B.7 – Paquet en liaison montante normale à créneau temporel double 745
Figure B.8 – Paquet IMA en liaison montante à créneau temporel double 746

Figure B.9 – Paquet IMA en liaison montante à créneau temporel simple 747
Figure B.10 – Paquet Réponse de balayage 748
Figure B.11 – Paquet Réponse d'appairage 749
Figure B.12 – Paquet Négociation d'appairage en liaison montante 749
Figure C.1 – Mapping de mémoire de la Page 1 de Paramètres directs d'un Maître sans fil avec un Appareil sans fil 752
Figure C.2 – Espace d'index pour les objets de données ISDU 757
Figure C.3 – Mapping des octets de l'UniqueID 760
Figure C.4 – WMasterCycleTime et WMinCycleTime 766
Figure H.1 – Liste de blocage de 2 canaux WLAN dans la bande ISM à 2,4 GHz 781
Figure H.2 – Liste de blocage d'un seul canal WLAN dans la bande ISM à 2,4 GHz 784
Figure H.3 – Utilisation des fréquences de configuration 787
Figure H.4 – Modification de la chronologie de synchronisation de la table de saut 790
Figure H.5 – Séquence de réactivation AHT 792
Figure H.6 – Séquence de saut AHT 794
Figure K.1 – EXEMPLE 1 de BEP en fonction de la puissance reçue par une puce 798
Figure K.2 – EXEMPLE 2 de BEP en fonction de la puissance reçue par une puce 799
Figure K.3 – PDF d'un canal de Rayleigh exemplaire, mesurée dans une chambre de réverbération 801
Figure K.4 – Canal SDCI sans fil prévu avec une CDF de Rayleigh (puissance moyenne de -64 dBm) 802

Tableau 1 – Temporisations des émetteurs-récepteurs durant un Sous-cycle sans fil du Maître sans fil 429
Tableau 2 – Temporisations de l'émetteur-récepteur durant un Sous-cycle sans fil d'Appareil sans fil 430
Tableau 3 – Ordre des octets dans les valeurs du Préambule 432
Tableau 4 – Ordre des octets de ConfigSyncword 432
Tableau 5 – Liste des DataSyncword 433
Tableau 6 – Valeurs de départ du LFSR 435
Tableau 7 – Paramètres HT01 443
Tableau 8 – Affectations des services de PL du Maître sans fil 446
Tableau 9 – PL_SetTrackConfig 446
Tableau 10 – PL_SetMode 448
Tableau 11 – Définition des paramètres pour le service PL_SetMode 448
Tableau 12 – PL_Scan 449
Tableau 13 – PL_ScanEnd 449
Tableau 14 – PL_SetSlotConfig 450
Tableau 15 – PL_Pairing 451
Tableau 16 – PL_State 452
Tableau 17 – PL_Transfer 453
Tableau 18 – PL_QualityService 454
Tableau 19 – PL_ GetHopTable 455
Tableau 20 – PL_SetHopTable 456
Tableau 21 – PL_SetWakeUpTime 457

Tableau 22 – PL_WakeUpTime 458
Tableau 23 – PL_AHTStatus 459
Tableau 24 – PL_CmdTrig 459
Tableau 25 – Affectations des services de PL d'un Appareil sans fil 461
Tableau 26 – PL_SetMode (Appareil sans fil) 461
Tableau 27 – Codage PL_SetMode des paramètres 463
Tableau 28 – PL_Pairing (Appareil sans fil) 463
Tableau 29 – PL_State (Appareil sans fil) 464
Tableau 30 – PL_Transfer (Appareil sans fil) 464
Tableau 31 – PL_QualityService (Appareil sans fil) 466
Tableau 32 – PL_SetHopTable 466
Tableau 33 – PL_SetWakeUpTime 467
Tableau 34 – PL_CmdTrig 468
Tableau 35 – Tables de transitions d'états de la couche physique du Maître sans fil 483
Tableau 36 – Tables de transitions d'états de la couche physique de l'Appareil sans fil (Appareil sans fil normal) 494
Tableau 37 – Services DL-A au sein du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil 501
Tableau 38 – MCmd 501
Tableau 39 – ISDUMsg 503
Tableau 40 – DownLinkAck 505
Tableau 41 – UpLinkAck 506
Tableau 42 – EventMsg 507
Tableau 43 – PDOutMsg 508
Tableau 44 – PDInMsg 510
Tableau 45 – Tables de transitions d'états du module de traitement des messages du Maître sans fil 513
Tableau 46 – Compilation de l'octet de contrôle de liaison descendante 517
Tableau 47 – Tables de transitions d'états du module de traitement des messages de l'Appareil sans fil 520
Tableau 48 – Compilation de l'octet de contrôle de liaison montante 522
Tableau 49 – Affectations des services au sein du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil 523
Tableau 50 – DL_PDCycle 523
Tableau 51 – DL_PDInputTransport 524
Tableau 52 – DL_Control 524
Tableau 53 – DL_PDOutputUpdate 525
Tableau 54 – DL_PDOutputTransport 525
Tableau 55 – DL_PDInputUpdate 526
Tableau 56 – DL_Event 526
Tableau 57 – DL_ISDUTransport 527
Tableau 58 – DL_ISDUAbort 528
Tableau 59 – DL_TDConfig (Maître sans fil) 529
Tableau 60 – DL_Read 530
Tableau 61 – DL_Write 531

Tableau 62 – DL_SetMode 532
Tableau 63 – DL_Mode 533
Tableau 64 – DL_MaxRetry 533
Tableau 65 – DL_SetParam 534
Tableau 66 – Tables de transitions d'états du module de traitement de mode DL du Maître sans fil 536
Tableau 67 – Tables de transitions d'états du module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil 539
Tableau 68 – Tables de transitions d'états du module de traitement des données de processus de sortie du Maître sans fil 542
Tableau 69 – Tables de transitions d'états du module de traitement des données de processus d'entrée du Maître sans fil 547
Tableau 70 – Tables de transitions d'états du module de traitement des données de processus de sortie de l'Appareil sans fil 549
Tableau 71 – Tables de transitions d'états du module de traitement des données de processus d'entrée de l'Appareil sans fil 552
Tableau 72 – Tables de transitions d'états du module de traitement des ISDU du Maître sans fil 554
Tableau 73 – Tables de transitions d'états du module de traitement des ISDU de l'Appareil sans fil 557
Tableau 74 – Définition du "Service I" réduit (quartet) 559
Tableau 75 – Tables de transitions d'états du module de traitement des commandes du Maître sans fil 560
Tableau 76 – Tables de transitions d'états du module de traitement des commandes de l'Appareil sans fil 563
Tableau 77 – Tables de transitions d'états du module de traitement d'Événements du Maître sans fil 565
Tableau 78 – Tables de transitions d'états du module de traitement d'Événements de l'Appareil sans fil 567
Tableau 79 – Contrôle de flux pour les données segmentées 570
Tableau 80 – Services AL au sein du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil 571
Tableau 81 – AL_Read 572
Tableau 82 – AL_Write 573
Tableau 83 – AL_Abort 574
Tableau 84 – AL_NewInput 575
Tableau 85 – AL_GetInput 575
Tableau 86 – AL_SetInput 576
Tableau 87 – AL_PDCycle 577
Tableau 88 – AL_GetOutput 577
Tableau 89 – AL_NewOutput 578
Tableau 90 – AL_SetOutput 578
Tableau 91 – AL_Event 579
Tableau 92 – AL_Control 580
Tableau 93 – Tables de transitions d'états des ISDU de la couche AL du Maître sans fil 583
Tableau 94 – Tables de transitions d'états des ISDU de la couche AL de l'Appareil sans fil 584

Tableau 95 – Tables de transitions d'états des Événements de la couche AL du Maître sans fil 590
Tableau 96 – Tables de transitions d'états des Événements de la couche AL de l'Appareil sans fil 591
Tableau 97 – Tables de transitions d'états des PD de la couche AL du Maître sans fil 593
Tableau 98 – Tables de transitions d'états des PD de la couche AL de l'Appareil sans fil 594
Tableau 99 – Services SM au sein du Maître sans fil 603
Tableau 100 – SM_SetMasterConfig 603
Tableau 101 – SM_SetTrackMode 605
Tableau 102 – SM_GetTrackMode 606
Tableau 103 – SM_TrackScanResult 607
Tableau 104 – SM_TrackScanEnd 607
Tableau 105 – SM_SetPortConfig 607
Tableau 106 – Définition des niveaux de vérification (InspectionLevel, IL) 610
Tableau 107 – Définitions des modes cibles 610
Tableau 108 – SM_GetPortConfig 610
Tableau 109 – SM_PortPairing 612
Tableau 110 – SM_PortMode 613
Tableau 111 – SM_GetPortQuality 614
Tableau 112 – SM_SetPortConfig_AUTOCOM 616
Tableau 113 – Tables de transitions d'états du module de traitement des Voies sans fil du Maître sans fil 618
Tableau 114 – Tables de transitions d'états du module de traitement des Ports sans fil 620
Tableau 115 – Tables de transitions d'états du sous-diagramme CheckCompatibility_3 du module de traitement des Ports sans fil 622
Tableau 116 – Tables de transitions d'états du sous-diagramme CheckSerNum_6 du module de traitement des Ports sans fil 626
Tableau 117 – Table de transitions d'états du module de traitement des AHT du Maître sans fil 628
Tableau 118 – Services de gestion système au sein d'un Appareil sans fil 631
Tableau 119 – SM_SetDeviceCom 631
Tableau 120 – SM_GetDeviceCom 633
Tableau 121 – SM_SetDeviceIdent 634
Tableau 122 – SM_GetDeviceIdent 635
Tableau 123 – Service SM_SetDeviceMode 636
Tableau 124 – Service SM_DeviceMode 637
Tableau 125 – Tables de transitions d'états de la Gestion système de l'Appareil sans fil 640
Tableau 126 – Table de transitions d'états du module de traitement des AHT de l'Appareil sans fil 642
Tableau 127 – Vue d'ensemble des constantes de protocole pour les Appareils sans fil 657
Tableau 128 – États visuels de l'Appareil sans fil 662
Tableau 129 – Fonctions du bouton d'appairage 663
Tableau 130 – Variables internes et Événements pour contrôler les applications communes du Maître sans fil 668

Tableau 131 – Services SMI 669
Tableau 132 – SMI_WMasterConfiguration 670
Tableau 133 – SMI_ReadbackWMasterConfiguration 672
Tableau 134 – SMI_WTrackStatus 674
Tableau 135 – SMI_WScan 676
Tableau 136 – SMI_WPortPairing 678
Tableau 137 – SMI_WScanStatus 680
Tableau 138 – SMI_WQualityStatus 682
Tableau 139 – Services SMI non pris en charge 684
Tableau 140 – Tables de transitions d'états du gestionnaire de configuration des Voies sans fil 686
Tableau 141 – Tables de transitions d'états du gestionnaire de configuration des Ports sans fil 688
Tableau 142 – Différents déclencheurs dans les diagrammes d'états 692
Tableau 143 – Codes des Événements de Port bloqués 703
Tableau 144 – Tables de transitions d'états de l'Application de Pont sans fil 710
Tableau A.1 – Définition de DataLength (DLen) 723
Tableau A.2 – Définition de ChannelCode (ChC) pour une liaison descendante 724
Tableau A.3 – Définition de ChannelCode (ChC) pour une liaison montante 725
Tableau A.4 – Types de données pour les données utilisateur 731
Tableau A.5 – PDVALID PDINVALID 731
Tableau A.6 – Valeurs de "INSTANCE" 732
Tableau A.7 – Valeurs de "SOURCE" 732
Tableau A.8 – Valeurs de "TYPE" 733
Tableau A.9 – Valeurs de "MODE" 733
Tableau B.1 – Description de ConnectionParameter 734
Tableau B.2 – MasterID 735
Tableau B.3 – Track_N 735
Tableau B.4 – ACK normal de liaison descendante (champ de 8 bits) 736
Tableau B.5 – Codage et contenu du type de message de liaison descendante (mode de configuration uniquement) 736
Tableau B.6 – Type de liaison montante 737
Tableau B.7 – ACK de configuration de liaison descendante (1 bit) 737
Tableau B.8 – ACK de balayage de liaison descendante (4 bits, uniquement utilisé pour la liaison descendante de demande de balayage) 737
Tableau B.9 – Roaming Flag 737
Tableau B.10 – Track_N 738
Tableau B.11 – Slot_N 738
Tableau B.12 – Demande d'appairage par UniqueID 742
Tableau B.13 – Valeurs pour la longueur de la Table de fréquences 743
Tableau B.14 – Valeurs admises de HOP_N 743
Tableau B.15 – Codage des bits HOP_N 744
Tableau B.16 – IMA en liaison montante 746
Tableau B.17 – Alert Back Alive (ABA) en liaison montante 746

Tableau B.18 – ACK en liaison montante 746
Tableau B.19 – Octet de codage de diagnostic 7 (RSSI) 747
Tableau B.20 – Octet de codage de diagnostic 8 (LQI_D) 747
Tableau B.21 – Type de messages de liaison montante (mode Config uniquement) 747
Tableau B.22 – Types de créneaux temporels dans la liaison montante de configuration 748
Tableau B.23 – RevisionID 748
Tableau C.1 – Page 1 de Paramètres directs 754
Tableau C.2 – Types de commandes MasterCommand 755
Tableau C.3 – Affectation des objets de données au sein d'un index (paramètre de l'Appareil sans fil) 758
Tableau C.4 – WDeviceMode 759
Tableau C.5 – Affectation des paramètres d'un système sans fil au sein d'un index 760
Tableau C.6 – Durées IMA minimale et maximale 761
Tableau C.7 – Codage de la durée IMA 761
Tableau C.8 – Table de codage des valeurs de la base de temps pour l'IMATime 761
Tableau C.9 – Valeur du nombre maximal de nouvelles tentatives 761
Tableau C.10 – Paramètre TxPower 762
Tableau C.11 – Informations d'identification du fabricant de systèmes radio 762
Tableau C.12 – Index d'ISDU pour la gestion système 763
Tableau C.13 – Affectation des paramètres WirelessQuality au sein d'un index 763
Tableau C.14 – Paramètre LQI 764
Tableau C.15 – Paramètre RSSI 764
Tableau C.16 Affectation des informations relatives aux Ponts sans fil au sein d'un index 765
Tableau C.17 – Affectation des paramètres de la table de saut actualisée au sein de l'index 765
Tableau C.18 – Index d'ISDU bloqués pour l'Appareil sans fil basse consommation 765
Tableau C.19 – Informations WCycleTime 766
Tableau C.20 – Valeurs possibles de WMasterCycleTime et WMinCycleTime 766
Tableau D.1 – EventCodes pour les Appareils sans fil 767
Tableau D.2 – EventCodes pour les Ports sans fil 767
Tableau E.1 – Types d'ArgBlock et leurs ArgBlockID 768
Tableau E.2 – WPortConfigList 769
Tableau E.3 – WPortStatusList 770
Tableau E.4 – WMasterConfigList 771
Tableau E.5 – WTrackStatusList 772
Tableau E.6 – WPortPairing 772
Tableau E.7 – WScanConfigList 773
Tableau E.8 – WScanStatusList 773
Tableau E.9 – WQualityStatusList 774
Tableau G.1 – Temps de mise sous tension recommandé 777
Tableau G.2 – Valeurs pour le calcul 778
Tableau H.1 – Vue d'ensemble des canaux de fréquences pour la liste de blocage 779

Tableau H.2 – Table de fréquences pour les canaux WLAN 780
Tableau H.3 – Exemple de liste de blocage des canaux WLAN 1 et 6 782
Tableau H.4 – Tableau de fréquence pour 5 Voies sans fil 783
Tableau H.5 – Exemple de liste de blocage du canal WLAN 1 784
Tableau H.6 – Table de fréquence pour 1 Voie sans fil 786
Tableau H.7 – Délais d'expiration pour le mode service 788
Tableau H.8 – Type de mise à jour des AHT 789
Tableau L.1 – Types de systèmes sans fil 804
Tableau L.2 – Types d'appareils sans fil 805

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

RÉSEAUX INDUSTRIELS – INTERFACE DE COMMUNICATION NUMÉRIQUE POINT À POINT –

Partie 3: Extensions sans fil

AVANT-PROPOS

1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses Publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC [avait/n'avait pas] reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse https://patents.iec.ch. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 61139-3 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité technique 65 de l'IEC: Mesure, commande et automation dans les processus industriels. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
65C/1268/FDIS	65C/1274/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61139, publiées sous le titre général *Réseaux industriels — Interface de communication numérique point à point*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site Web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La technologie d'interface de communication numérique filaire point à point (SDCI) pour petits capteurs et actionneurs, généralement connue sous l'appellation IO-Link™[1] fait l'objet de l'IEC 61131-9. Elle étend les interfaces d'entrée et de sortie de commutation traditionnelles définies dans l'IEC 61131-2 vers une liaison de communication point à point qui utilise une commutation codée. Cette technologie permet l'échange cyclique de données de processus d'entrée et de sortie numériques entre un Maître et ses Appareils sans fil associés (capteurs, actionneurs, bornes d'E/S, etc.). Le Maître peut faire partie d'un système de communication par bus de terrain ou de toute unité de traitement autonome. La technologie permet également le transfert acyclique de paramètres vers les Appareils et la propagation d'informations de diagnostic des Appareils vers le système d'automatisation de niveau supérieur (contrôleur, hôte) par l'intermédiaire du Maître/de la passerelle.

Le présent document fournit les changements et extensions nécessaires à l'IEC 61131-9 de base pour les communications sans fil, y compris les caractéristiques radio, l'interface radio, les fréquences, les types de messages/trames et le mécanisme d'appairage, ainsi que la gestion de la configuration nécessaire et les changements des diagrammes d'états par rapport à l'IEC 61131-9.

Les caractéristiques principales de la technologie SDCI sans fil sont les suivantes:

- l'interface d'application pour les données cycliques (Données de processus) et acycliques (Données à la demande) est compatible avec la technologie SDCI. Du point de vue de l'utilisateur, elle offre une vue transparente sur les Appareils sans fil;
- un Maître sans fil peut gérer jusqu'à 5 voies de transmission en parallèle, chaque Voie sans fil pouvant gérer un maximum de 8 Appareils sans fil, ce qui permet à chaque Maître sans fil de prendre en charge jusqu'à 40 Appareils sans fil;
- jusqu'à 3 Maîtres sans fil peuvent être placés dans une cellule, soit un maximum de 120 Appareils sans fil par cellule de Maître sans fil;
- un service de balayage est disponible pour détecter les Appareils sans fil qui ne sont pas encore appairés;
- un service d'appairage est fourni pour affecter les Appareils sans fil à un Maître sans fil, ce qui correspond à une connexion logique par câble;
- une itinérance contrôlée entre plusieurs cellules de Maître sans fil est prise en charge par un mécanisme de transfert spécifique;
- une durée minimale de cycle de transmission de 5 ms peut prendre en charge des applications sans fil à haut débit avec des données utiles pouvant atteindre 32 octets;
- la SDCI sans fil prend également en charge des mécanismes pour les Appareils sans fil basse consommation;
- la SDCI sans fil utilise, dans cette version, des radios pour la bande ISM à 2,4 GHz, divisée en canaux de fréquences avec un espacement de 1 MHz;
- le Saut de fréquence change les canaux de fréquences pour chaque transmission afin de lutter contre les interférences, ce qui entraîne une probabilité de défaillance résiduelle (RFP) de 10^{-9}, c'est-à-dire proche d'une connexion filaire;
- la coexistence sans fil avec d'autres systèmes sans fil (par exemple, réseau WLAN) est permise par un mécanisme de liste de blocage;

---

[1] IO-Link™ est une marque commerciale de l'IO-Link Consortium. L'IO-Link Consortium est une organisation commerciale à but non lucratif qui soutient la communication IO-Link. Cette information est fournie pour la commodité des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne signifie nullement que l'IEC recommande l'emploi exclusif de la marque ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité au présent document n'exige pas l'emploi de l'appellation commerciale. L'utilisation de l'appellation commerciale IO-Link™ exige l'autorisation du détenteur de celle-ci (voir https://io-link.com/en).

- pour respecter les normes réglementaires, la puissance de transmission est limitée à une puissance isotrope rayonnée équivalente (PIRE) ≤ 10 dBm (10 mW), ce qui permet tout de même d'atteindre une portée de 20 m dans le cas d'une cellule de Maître sans fil avec une seule Voie sans fil. En présence de plusieurs Voies sans fil, il est possible d'atteindre 10 m. Ces chiffres dépendent de l'environnement de la machine;
- chaque Voie sans fil de transmission dans un Maître sans fil peut utiliser son propre émetteur-récepteur à bande étroite et sa propre antenne ou tous peuvent utiliser un seul émetteur-récepteur et/ou une seule antenne partagés.

RÉSEAUX INDUSTRIELS – INTERFACE DE COMMUNICATION NUMÉRIQUE POINT À POINT –

Partie 3: Extensions sans fil

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61139 spécifie une interface de communication numérique point à point sans fil (SDCI sans fil).

Il s'agit d'une extension de la technologie d'interface de communication numérique point à point (SDCI) qui est spécifiée dans l'IEC 61131-9.

Le présent document spécifie les services et le protocole de communication sans fil (couche physique, couche de liaison de données et couche d'application conformément au modèle de référence ISO/OSI) pour les Maîtres sans fil et les Appareils sans fil.

NOTE Le présent document ne couvre pas l'intégration dans des systèmes de niveau supérieur tels que les bus de terrain.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 61131-1, *Automates programmables – Partie 1: Informations générales*

IEC 61131-9:2022, *Automates programmables – Partie 9: Interface de communication numérique point à point pour petits capteurs et actionneurs (SDCI)*

IEC 61158-1, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 1: Vue d'ensemble et recommandations pour les séries IEC 61158 et IEC 61784*

IEC 62657-2, *Réseaux industriels – Coexistence des systèmes sans fil – Partie 2: Gestion de coexistence*

ETSI EG 203 367, *Short Range Devices (SRD) ETSI EG 203 367 "Guide to the application of harmonized standards covering articles 3.1b and 3.2 of the Directive 2014/53/EU (RED) to multi-radio and combined radio and non-radio equipment" (disponible en anglais uniquement)*

ETSI EN 300 328, *Wideband transmission systems; Data transmission equipment operating in the 2.4 GHz ISM band and using wide band modulation techniques; Harmonized Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU" (disponible en anglais uniquement)*

ETSI EN 300 440, *Short Range Devices (SRD); ETSI EN 300 440 Radio equipment to be used in the 1 GHz to 40 GHz frequency range; Harmonized Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU (disponible en anglais uniquement)*

FCC §15.247, *Radio frequency devices; Operation within the bands 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz, and 5725-5850 MHz*