

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**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.**

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 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 PDOOut handler	148
Figure 54 – Sequence diagram for PDOOut 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 – PDOOutMsg	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 PDOOut handler	149
Table 69 – State transition tables of the W-Master PDIn handler.....	152
Table 70 – State transition tables of the W-Device PDOOut 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_WMmasterConfiguration	255
Table 133 – SMI_ReadbackWMmasterConfiguration.....	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	PDOOutMsg (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/pré liaison 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'acquiescement	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 SDCl 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 SDCl filaire et sans fil	406
Figure 6 – Système SDCl 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 PDOOut	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 SDCL 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 – PDOOutMsg	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 automatisation 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*