IEC 61139-3

Edition 1.0 2023-11

INTERNATIONAL STANDARD

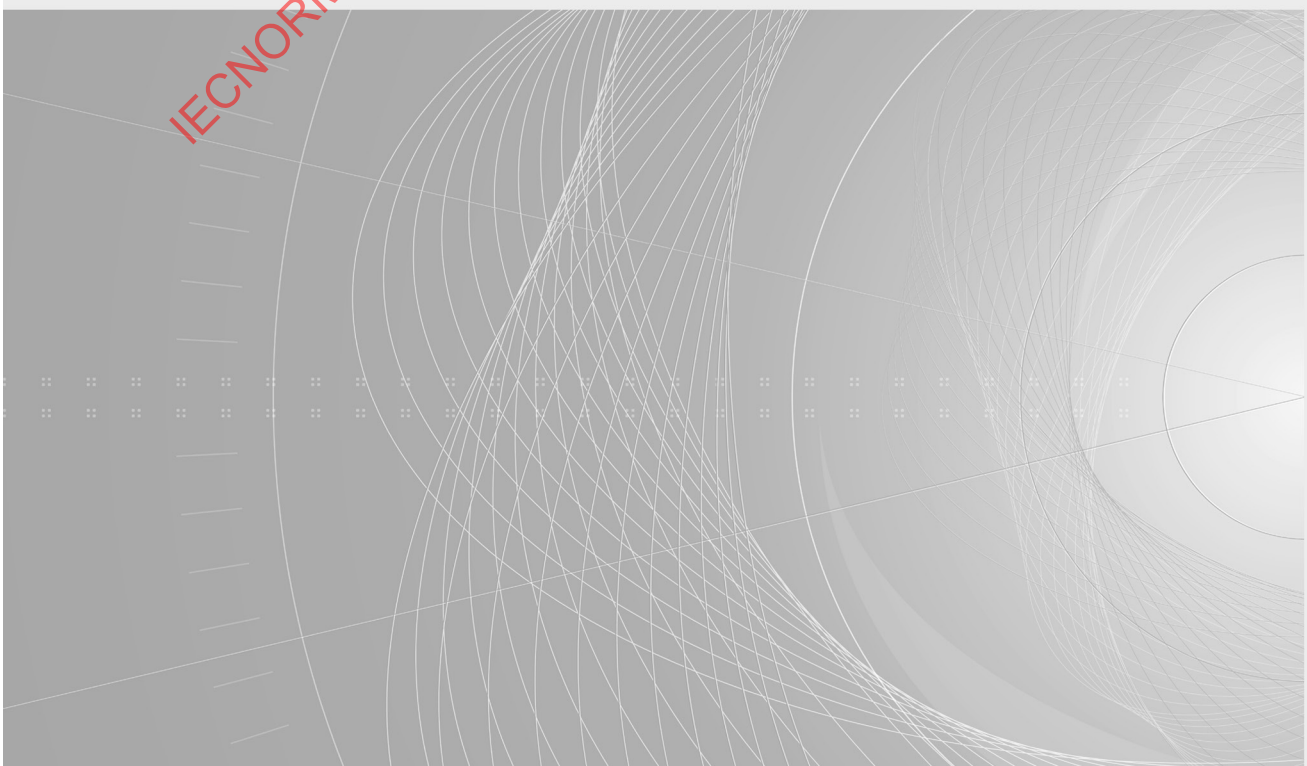
NORME INTERNATIONALE

colour inside

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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



IEC 61139-3:2023-11 (en-fr)

THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2023 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC
The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications
The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform
The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee, …). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished
Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc
If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch
Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org
The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC
La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC
Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC - webstore.iec.ch/advsearchform
La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, …). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished
Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc
Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch
Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org
Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

IEC 61139-3

Edition 1.0 2023-11

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 35.200

ISBN 978-2-8322-7751-5

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

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

CONTENTS

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

Figure 1 – Generalized example of a confirmed service 33

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

---

[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*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3 Terms and definitions, abbreviated terms and conventions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61131-1 and IEC 61131-2 and the following apply.

ISO and IEC maintain terminology databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at https://www.electropedia.org/
- ISO Online browsing platform: available at https://www.iso.org/obp

3.1 Terms and definitions

3.1.1
Acknowledge
response information indicating the acceptance of a message

Note 1 to entry: Uppercase "Acknowledge" is used for SDCI wireless Acknowledge mechanism, while lowercase "acknowledge" is used in a generic manner.

3.1.2
Adaptive Hopping Table
mechanism that enables a change of the hopping table of a W-Track while the communication is already running (improvement of connection)

3.1.3
air interface
radio-based communication between the W-Master and the W-Devices

3.1.4
Alert Back Alive
indication from the W-Device, which informs the W-Master, a communication error has occurred

3.1.5
Application Layer
part of the protocol responsible for the transmission of process data objects and on-request data objects

3.1.6
blocklist
list of frequency channels not to be used for SDCI wireless communication within a W-Master

3.1.7
broadcast
mechanism to send a master command to all W-Devices in a W-Track

Note 1 to entry: A broadcast is restricted to specific Master commands according to Table C.2.

3.1.8
cell
logical grouping of 1 or up to 3 W-Masters with a dedicated coverage area

Note 1 to entry: This is often associated to a machine.

3.1.9
checksum
data integrity measures for each Pre-Downlink octets, downlink packet or uplink packet in the Physical Layer

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.1.10
ConfigSyncword
data integrity measures for each pre-downlink, downlink or uplink in the physical layer

3.1.11
configuration frequency channels
frequency channels reserved for configuration purposes

3.1.12
ConnectionParameter
set of parameters containing the data that are necessary to establish wireless communication

Note 1 to entry: The parameters are transmitted via the pairing mechanism. These parameters are only changeable via a new pairing or re-pairing.

3.1.13
control interval
time required to change the radio to receive mode, to transmit mode or to change frequencies

3.1.14
control octet
header, indicating the structure and purpose of a W-Message

3.1.15
communication channel
logical connection between W-Master and W-Device

Note 1 to entry: Four communication channels are defined: master command channel, process data channel, ISDU channel (for parameters), and diagnosis channel (for events).

3.1.16
communication error
unexpected disturbance of the transmission

3.1.17
Cyclic Mode
operation mode to achieve the required latency time

Note 1 to entry: Not occupied retries by process data are used for acyclic exchange of on-request Data. The configuration channels are not used.

3.1.18
data channel
frequency channel used for (process) data exchange

3.1.19
DataSyncword
syncword used for the data channels

Note 1 to entry: More detailed explanation is given in 5.3.4.

3.1.20
disconnected
in a state where communication between a W Device and its W Master has been lost

3.1.21
Double Slot
type of time slot required for the transmission of a Double Slot packet

Note 1 to entry: More detailed explanation is given in 4.5.4.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.1.22
downlink
communication link from a W-Master to their associated W-Devices

3.1.23
event
instance of a change of conditions in a W-Device

Note 1 to entry: Uppercase "Event" is used for SDCI wireless Event mechanism, while lowercase "event" is used in a generic manner.

3.1.24
frequency band
range in the frequency spectrum that is assigned by regulatory organizations for use for specific applications or a group of applications

Note 1 to entry: The ITU as international regulatory organization assigns only radio communication services to a specific range in the frequency spectrum.

[SOURCE: IEC 62657-2:2022]

3.1.25
frequency channel
span of the frequency spectrum which is characterized by lower cut-off frequency and upper cut-off frequency or by center frequency and frequency bandwidth

[SOURCE: IEC 62657-2:2022]

3.1.26
frequency division multiple access
access method where users are allocated to individual frequency channels

3.1.27
FullDownLink packet
data structure of the regular downlink packet

3.1.28
Gaussian frequency shift keying
binary frequency shift modulation with gaussian filter limiting its spectral width

3.1.29
guard interval
time interval between successive uplinks to avoid collisions on air

3.1.30
header
first part of a message packet

Note 1 to entry: The header consists of preamble, Syncword, MasterID, track number, and Acknowledge.

3.1.31
IMA message
message from the W-Device, which informs the W-Master, that it is still functional

3.1.32
IMA time
user configured watchdog time in which the W-Device shall send an IMA message, if no other messages had been sent

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.1.33
InspectionLevel
degree of verification for the W-Device identity during start-up

3.1.34
Indexed Service Data Unit
data unit that is used for acyclic transmission of parameters which is segmented in multiple W-Frames

3.1.35
industrial, scientific and medical application
ISM
operation of equipment or appliances designed to generate and use locally radio frequency energy for industrial, scientific, medical, domestic or similar purposes, excluding applications in the field of telecommunications

[SOURCE: ITU Radio Regulations, edition of 2020, Volume 1 – Art.1 §1.15]

3.1.36
ISM frequency band
radio frequencies reserved for industrial, scientific, and medical use

3.1.37
link quality indication
service for evaluation of the functionality and reliability of the W-Master and W-Device connections

3.1.38
MasterID
Identification number of a particular W-Master

3.1.39
multicast
transmission of the same message to a group of receivers, identified by their group address

Note 1 to entry: The term "multicast" is used even if the group includes all the receivers.

[SOURCE: IEC 61375-1:2012, 3.1.34]

3.1.40
negative Acknowledge
indicator for a missing response message

EXAMPLE: a wrong CRC or no received DLink or ULink.

3.1.41
negotiation
step within the pairing procedure for configuration of the ConnectionParameter

3.1.42
packet error probability
probability that a received packet contains at least one bit error (inverted bit with respect to the corresponding bit sent

Note 1 to entry: For the calculation see Annex K.

3.1.43
packet error ratio
number of lost or incorrectly received packets divided by the total number of sent packets

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.1.44
pairing
procedure to log in a wireless device to an access point and subsequently creates a common link key that can be used as a basis for a trusted relationship or a secure connection

3.1.45
payload
data of a packet transmitted during communication that does not contain any control or protocol information in respect of the relevant layer

3.1.46
Port and Device Configuration Tool
configuration tool for a W-Master and W-Devices

3.1.47
PortCycle
IO update is performed in a cyclic manner, which is determined by the W-Port related cycle time, within which the IO data of the W-Device are read or written

3.1.48
preamble
fixed bit pattern used for bit synchronization and calibration of automatic gain control of a radio receiver

3.1.49
PreDownLink mechanism
PreDownLink
mechanism used to minimize the radio-on time to save power of low energy W-Devices

Note 1 to entry: The 2 octet payload is used for low energy W-Devices only.

Note 2 to entry: This document uses the term PreDownLink as a short form of the mechanism of PreDownLink.

3.1.50
residual failure probability
probability that the data cannot be transmitted within the set MaxRetry

3.1.51
received signal strength indication
estimated measure of power level that a W-Master (RSSI_M) or W-Device (RSSI_D) is receiving from its counterpart

3.1.52
roaming
feature that allows mobility to a predefined W-Device between multiple predefined W-Masters by handover disconnect and handover connect procedures

3.1.53
SDCI Device
Device
single passive peer to a Master such as a sensor or actuator

Note 1 to entry: Uppercase "Device" is used for SDCI equipment, while lowercase "device" is used in a generic manner.

[SOURCE: IEC 61131-9:2022, 3.1.14, modified – The preferred term SCDI Device has been added.]

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.1.54
segmented data
data to be splitted over multiple packets

3.1.55
SerialNumber
unique vendor specific code for each individual W-Device

3.1.56
Service Mode
operational mode in which a W-Master track also utilizes the configuration channels

Note 1 to entry: This mode is required for discovery, pairing and roaming procedures. A W-Master shall only operate with one of its tracks in Service Mode at the same time.

3.1.57
Single Slot
type of time slot required for the transmission of a Single Slot packet

3.1.58
synchronization
process of matching timing and the frequency tables between a W-Master and corresponding W-Devices

3.1.59
UniqueID
Unique identifier for each W-Device

Note 1 to entry: 9 octet identifier that consists of the 16 bit manufacturer distinguishing VendorID, 24 bit DeviceID and a 32 bit W-Device distinguishing identifier, which is related to the SerialNumber. See C.4.4.

3.1.60
unpairing
user action via PDCT, to delete the permanently stored ConnectionParameter on the W-Device side and subsequently disconnects the W-Device and on the W-Master side the Unpairing command clears the current W-Port configuration which disables the communication with the unpaired W-Device

3.1.61
uplink
single cast W-message from a W-Device to its W-Master consisting of header, payload, and cyclic redundancy check

3.1.62
W-Bridge
W-Device that connects a SDCI Device via wireless digital communication interface to a W-Master

3.1.63
W-Coexistence
state of a wireless communication solutions within an industrial area if it fulfills their communication requirements application

3.1.64
W-Cycle
combined utilization of TDMA and FDMA with several W-Sub-cycles to achieve a reliable wireless transmission

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.1.65
W-Device
single peer to a W-Master such as a single-drop digital communication interface wireless sensor or actuator

3.1.66
W-Frame
virtual structure to arrange message transmissions comprising a W-Master message (in downlink direction) and all subsequent W-Device messages (in uplink direction)

Note 1 to entry: For details see Figure 17.

3.1.67
W-Master
peer connected through W-Ports via radio to one up to n W-Devices and which provides an interface to the gateway to the upper level communication systems or PLCs

3.1.68
W-Message
content of payload comprising control octet and (segmented) data exchanged between W-Master and W-Device

3.1.69
W-Parameter
generic term that describes all the parameters located in the wireless specific index range

3.1.70
W-Port
logical wireless port number to address a paired W-Device

3.1.71
W-Sub-cycle
time duration to transmit one W-Frame

3.1.72
W-Track
physically wireless transmission track comprising a (narrowband band) transceiver with its own antenna and dedicated frequency channels for transmitting the messages between W-Master and W-Device by W-Frames

3.1.73
W-Track and W-Device-Mapper
assignation of a W-Port to a specific W-Track number and Slot number

3.1.74
WLAN channels
frequency blocks intended to be used by WLAN

3.2 Abbreviated terms

ABA	Alert Back Alive
ACK	Acknowledgement
AHT	Adaptive Hopping Table
AL	Application Layer
Avg.	Average
BC	Broadcast

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

C	Conditional
CO	Control octet
CRC	Cyclic redundancy check
DL	Data Link Layer
DL-A	Data scheduling
DL-B	Data handling
DLink	Downlink
DS	Data Storage
DSlot	Double Slot
ED	Event Dispatcher
FDMA	Frequency division multiple access
GFSK	Gaussian frequency shift keying
HMI	Human machine interface
I	Initiator
IL	InspectionLevel
IMA	I am alive
IO	Input Output
IODD	IO Device Description
IOL	IO-Link
IOLW	IO-Link Wireless
ISDU	Indexed Service Data Unit
ISM	Industrial, scientific and medical application
LE	Low energy
LFSR	Linear Feedback Shift Register
LQI	Link quality indication
LQI_D	Link quality indication of the W-Device
LQI_M	Link quality indication of the W-Master
LSO	Least Significant Octet
M	Mandatory
MSB	Most Significant Bit
MSO	Most Significant Octet
NACK	Negative Acknowledge
OD	On-request data
PD	Process Data
PDCT	Port and Device Configuration Tool
PDE	Process Data Exchange
PEP	Packet error probability
PER	Packet error ratio
PL	Physical Layer
PLC	Programmable logic controller
PM	Parameter Manager
ppm	part per million = 1/1 000 000
R	Receiver

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

RF	Radio frequency
RFP	Residual Failure Probability
RSSI	Received Signal Strength Indication
RSSI_D	Received signal strength indication, received by a W-Device
RSSI_M	Received signal strength indication, received by a W-Master
Rx	Receive
S	Selected
SDCI	Single-drop digital communication interface (see IEC 61131-9)
SDCI-W	Single-drop digital communication interface wireless (see this document)
Slot_N	Slot number
SM	System Management
SMI	Small Medium
SSlot	Single Slot
TDMA	Time Division Multiple Access
TDMapper	Track and W-Device-Mapper
Track_N	Track number
Tx	Transmit
ULink	Uplink
W-<term>	Wireless <term>
WLAN	Wireless local area network

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.3 Conventions

3.3.1 General

The service model, service primitives, and the diagrams shown in this document are entirely abstract descriptions. The implementation of the services can reflect individual issues and can be different.

3.3.2 Service primitives

Service primitives are used to represent service provider/consumer interactions (see ISO/IEC 10731 [26]). Each service consists of up to four service primitives:

- request primitive (.req),
- indication primitive (.ind),
- response primitive (.rsp), and
- confirmation primitive (.cnf).

An indication can occur with or without the corresponding response, a request can occur with or without the corresponding confirmation.

Figure 1 shows a generalized example of a confirmed service. In this case, "Initiator" and "Responder" correspond to either Master or Device and not to the layer within one of each.

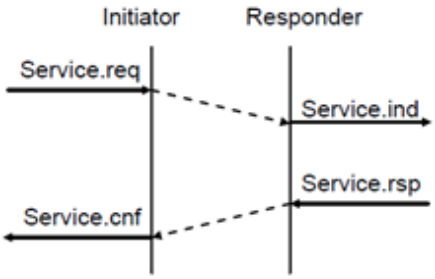


Figure 1 – Generalized example of a confirmed service

3.3.3 Service parameters

Service primitives convey parameters which indicate the information available in the provider/ consumer interaction. In any particular interface, not each and every parameter needs to be explicitly stated.

The service specification in this document uses a tabular format to describe the component parameters of the service primitives. The parameters which apply to each group of service primitives are set out in tables. Each table consists of up to five columns:

1) parameter name;
2) request primitive (.req);
3) indication primitive (.ind);
4) response primitive (.rsp); and
5) confirmation primitive (.cnf).

One parameter (or component of it) is listed in each row of each table. Under the appropriate service primitive columns, a code is used to specify the type of usage of the parameter on the primitive specified in the column.

M Parameter is mandatory for the primitive.

U Parameter is a user option and can or cannot be provided depending on dynamic usage of the service user. When not provided a default value for the parameter is assumed.

C Parameter is conditional upon other parameters or upon the environment of the service user.

– Parameter is never present.

S Parameter is a selected item.

Some entries are further qualified by items in brackets. These can be:

a) parameter-specific constraint "(=)" indicates that the parameter is semantically equivalent to the parameter in the service primitive to its immediate left in the table;

b) an indication that some note applies to the entry "(n)" indicates that the following note "n" contains additional information related to the parameter and its use.

3.3.4 Service procedures

The procedures are defined in terms of:

- the interactions between application entities through the exchange of protocol data units; and
- the interactions between a communication layer service provider and a communication layer service consumer in the same system through the invocation of service primitives.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

These procedures are applicable to instances of communication between systems which support time-constrained communications services within the communication layers.

3.3.5 Service attributes

The nature of the different (W-Master and W-Device) services is characterized by attributes. All services are defined from the view of the affected layer towards the layer above.

I Initiator of a service (.ind) (towards the layer above)

R Receiver (responder) of a service (.req) (from the layer above)

Figure 2 shows the example of initiator / receiver of services (W-Device)

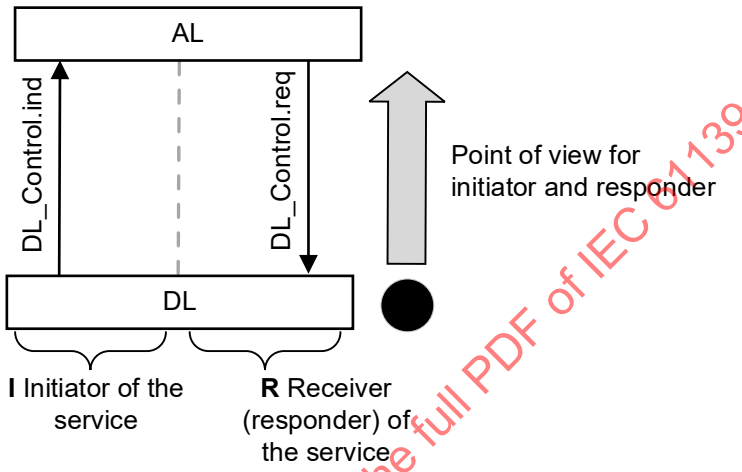


Figure 2 – Example of initiator / receiver of services (W-Device)

3.3.6 Figures

For figures that show the structure and services of protocol layers, the following conventions are used:

- an arrow with just a service name represents
  - a request and the corresponding confirmation (the request being in the direction of the arrow);
  - an indication and the corresponding response (the indication being in the direction of the arrow);
- a request without confirmation as well as an indication without response are labelled as such (i.e. service.req, service.ind).

Figure 3 shows the example of service between W-Master and W-Device in generalized and detailed view.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

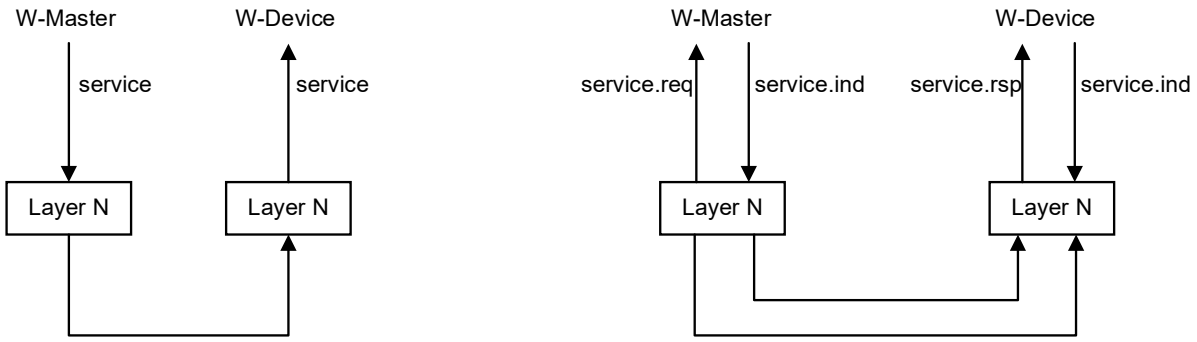


Figure 3 – Example of service between W-Master and W-Device in generalized and detailed view

Figure 4 shows the example of confirmed / non-confirmed services (W-Device).

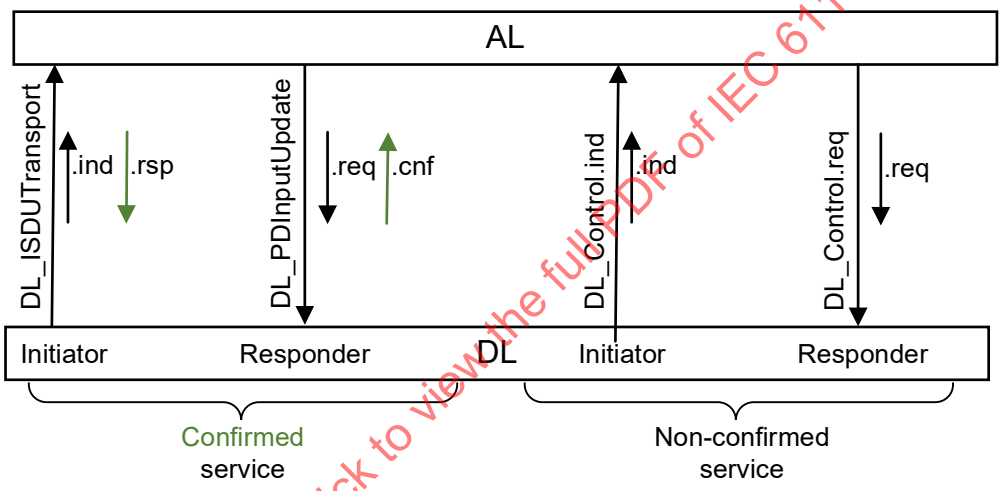


Figure 4 – Example of confirmed / non-confirmed services (W-Device)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.3.7 Transmission octet order

See 5.3.1.

3.3.8 Behavioral descriptions

For the behavioral descriptions, the notations of ISO/IEC 19505 (UML 2) are used (e.g. state, sequence, activity, timing diagrams, guard conditions). The layout of the associated state-transition tables is following the IEC TR 62390.

Due to design tool restrictions the following exceptions apply. For state diagrams, a service parameter (in capital letters) is attached to the service name via an underscore character, such as for example in DL_SetMode_INACTIVE. For sequence diagrams, the service primitive is attached via an underscore character instead of a dot, and the service parameter is added in parenthesis, such as for example in DL_Event_ind (OPERATE). Timing constraints are labelled "tm (time in ms)".

Asynchronously received service calls are not modelled in detail within state diagrams.

To find the balance between clearness and degree of detailing not all negative responses or confirmations are modelled explicitly in the state machines.

3.3.9 Triple table format

Some tables, like Table 35 and Table 36, are split in 3 parts and using a single table caption. This triple table format is used according to IEC 61131-9, which is the base standard for this document.

4 Overview of wireless digital communication interface

4.1 Purpose and topology

The SDCI wireless extension is a wireless digital communication interface technology intended to replace the cable(s) for remote sensor/actuator control in production automation of the SDCI technology. Figure 5 shows the general topology of SDCI wired and wireless. The key features are real-time capabilities, very low latency and robustness. Applications within factory automation comprise moving parts such as rotating bottle filling, robot arms and linear moving machinery. These applications are difficult to realize with wired sensor/actuator equipment or suffer from frequently broken wires. These kinds of applications are targets of this document.

Equipment according to this document operates in the unlicensed 2,4 GHz industrial, scientific and medical application (ISM) band and using frequency hopping to reduce the impact of interference. This document specifies the communication between the wireless Master (W-Master) and one or more wireless Devices (W-Devices).

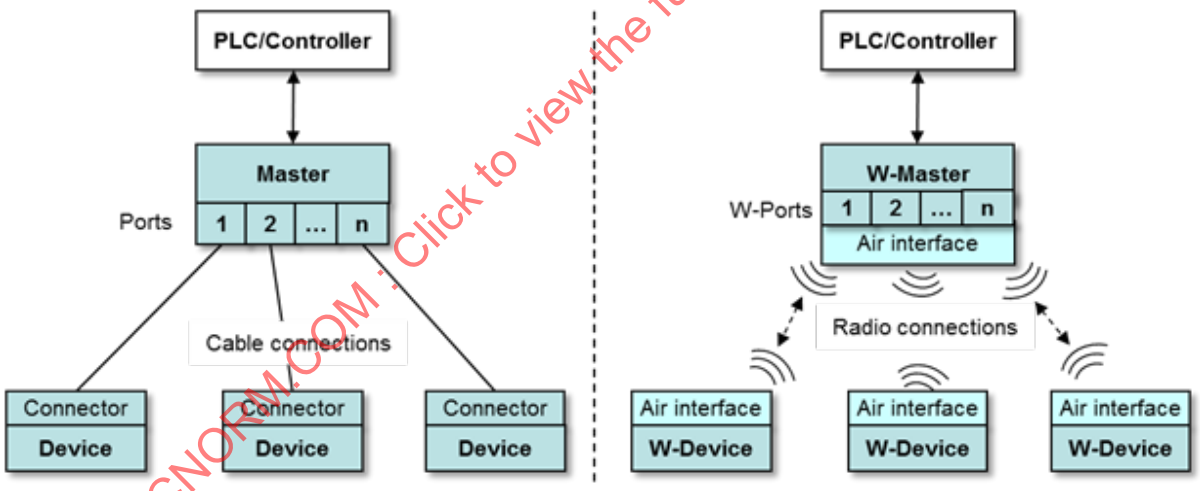


Figure 5 – SDCI wired and wireless topology

From a PLC or Controller users' point of view, Master and W-Master provide the same functionality in respect to Process Data (PD) and On-request Data (OD). The main differences between the two topologies is during commissioning, the discovery of available W-Devices ("scan"), the connection configuration ("pairing") and the parameterization of the air interface ("W-Parameter").

4.2 Positioning in the automation hierarchy

4.2.1 General

Figure 6 shows the architecture of an automation topology with an SDCI wireless system comparable to the SDCI wired system.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

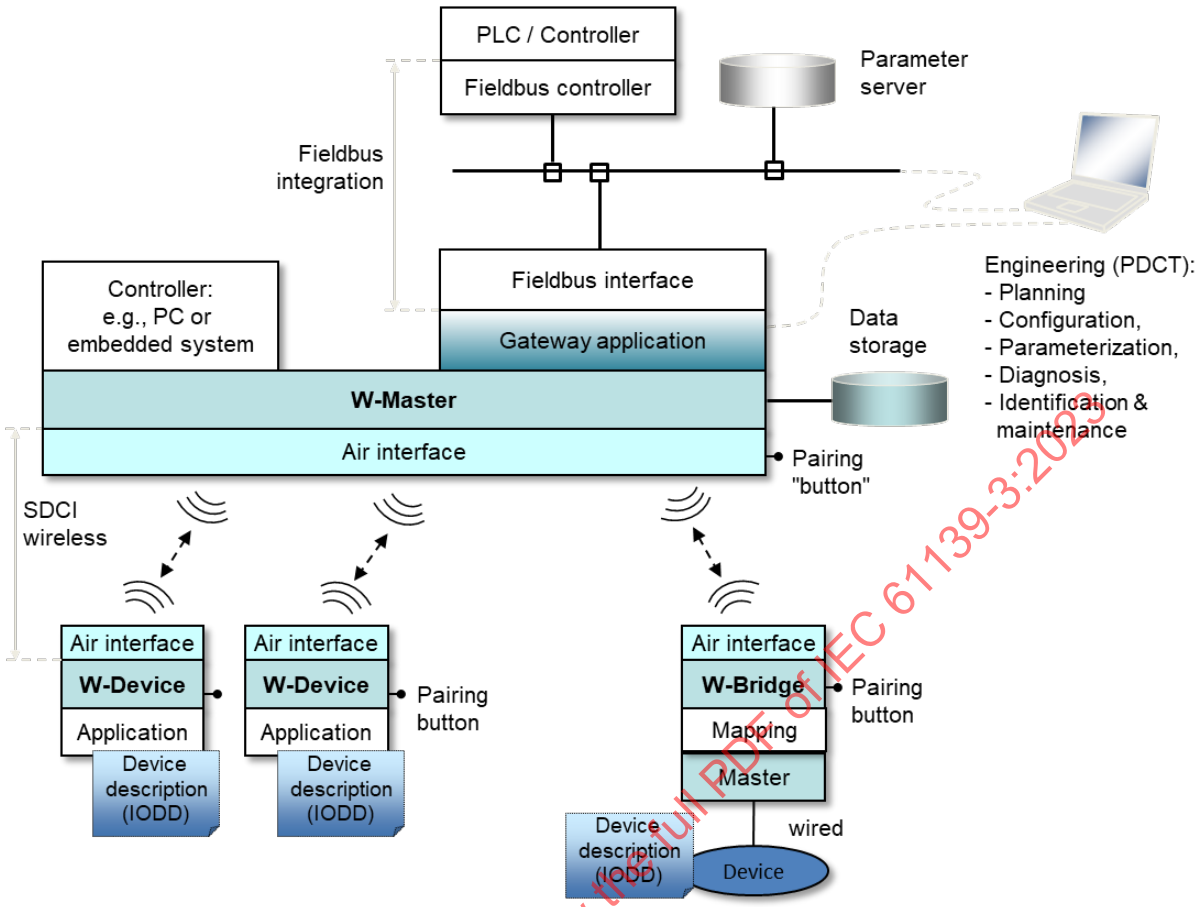


Figure 6 – SDCI wireless system

In all cases a PLC, a PC-based controller, or an embedded system can exchange Process Data (PD) and/or On-request Data (OD) with wire or radio connected devices via Master or W-Master, respectively.

Additional to the SDCI port and device configuration tool (PDCT) according to IEC 61131-9:2022, 11.7.7, the PDCT can be extended by features like:

- Device discovery and pairing support for unpaired Devices.
- Optimizing connection quality of W-Masters and W-Devices.
- Wireless coexistence management for a conflict-free layout of the radio transmissions such as overlapping frequencies of non-SDCI wireless systems.
- Configuration of the W-Parameters as described in the provided IODDs.

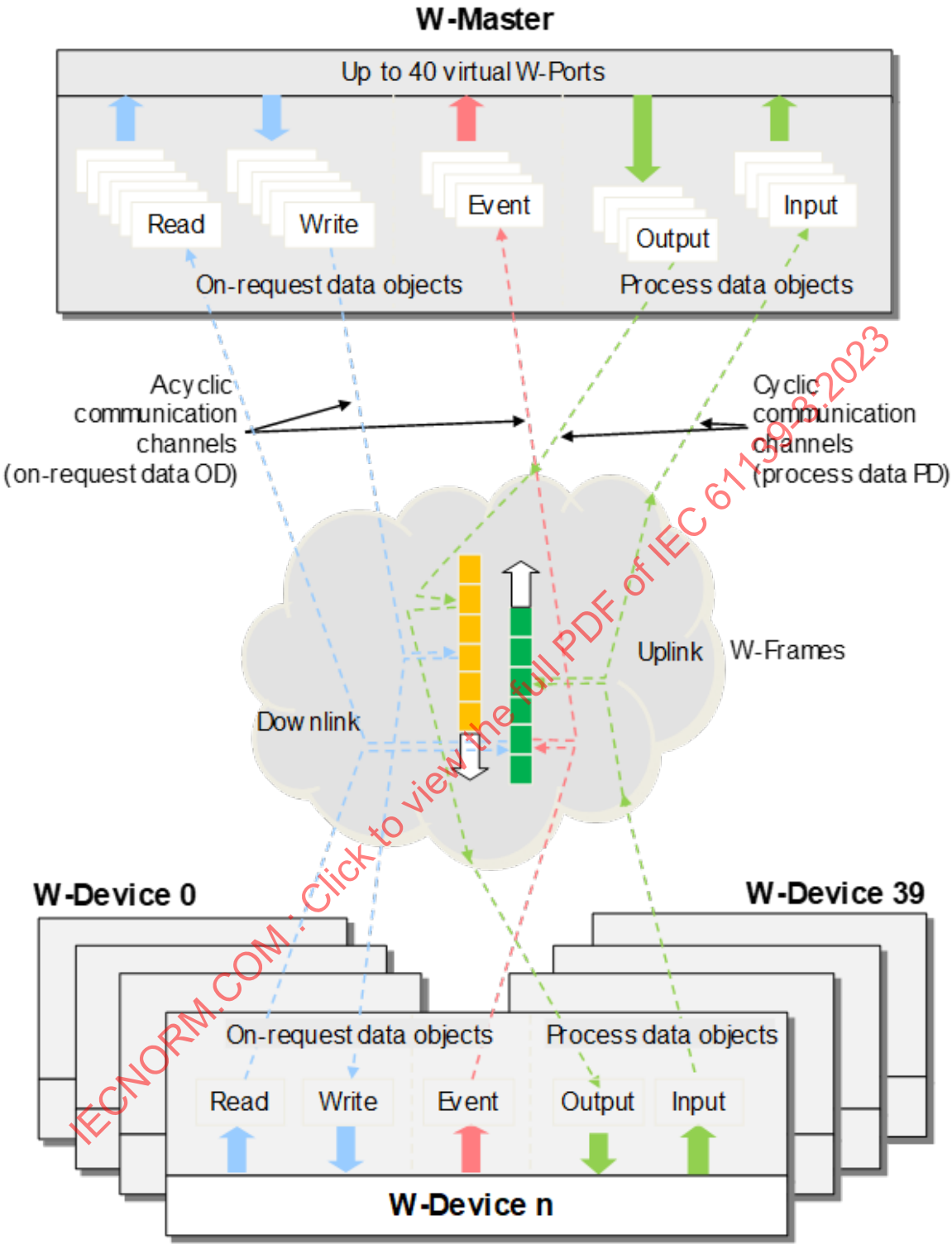
This document uses the data storage mechanism of IEC 61131-9 to support faulty Device replacement. To re-establish a wireless connection after a W-Device replacement, pairing buttons or software tools can be used. With pairing buttons activated on both W-Device and W-Master a W-Device can be exchanged without the need of any software tools.

After replacement, the parameters are downloaded automatically from the data storage, if enabled.

4.2.2 Relationship to IEC 61131-9

In relationship to IEC 61131-9, the transfer of the SDCI objects via the downlink and uplink mechanism is outlined in Figure 7.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 7 – Object transfer at the Application Layer (AL) level

4.2.3 Role of a W-Master

A W-Master manages up to 40 W-Port instances. The possible maximum number of W-Ports depends on the available tracks and slots and how they are utilized.

A W-Master can comprise up to five (small band) transceivers with their own antenna and dedicated frequency channels, called tracks. Each W-Track can serve up to 8 W-Devices and send and receive alternately. All tracks of a W-Master send at the same time on different frequencies according to the computed frequency hopping tables, providing an optimal medium utilization.

The user may manually operate the W-Master for discovery and pairing of Devices.

During commissioning or roaming Service Mode is used by the W-Master to establish communication with W-Devices (pairing), including checking of the "identity" of the W-Device, i.e. its VendorID, DeviceID, and communication properties. If there is a mismatch between W-Device parameters and the stored parameter set within the W-Master, the parameters in the W-Device are overwritten (see 11.4) or the stored parameters within the W-Master are updated depending on the configuration.

After power on with paired W-Devices, the W-Master establishes communication, including all checks described above.

The W-Master is responsible for the assembly and disassembly of all data from or to the W-Devices (see Clause 11).

4.2.4 Role of a W-Device

A W-Device consists of a single transceiver, the SDCI wireless Device stack and the technology specific application, i.e. the transducer with its technology parameters. The common W-Device applications are the same as in IEC 61131-9 and comprise of configuration parameters, diagnosis information and process data.

4.2.5 Role of a W-Bridge

A W-Bridge is a W-Device to connect a single SDCI Device. The application part of the W-Bridge basically contains a SDCI Master.

For compatibility reasons towards the SDCI Device according to IEC 61131-9 in the system configuration tooling, a straightforward parameter mapping of the wired SDCI Device via the W-Bridge is desired.

4.2.6 System configuration tool

Engineering support for a W-Master is usually provided by a PDCT. The PDCT configures both W-Port and W-Device properties. It combines both an interpreter of the IO Device Description (IODD) and a configurator (see 11.8.2). The parameters provide all the necessary properties to establish communication and the desired function of a sensor or actuator.

4.2.7 Mapping to fieldbuses

See 11.9.1 and IEC 61131-9:2022, 4.7.

4.3 Cell concept

Due to the limited transmission power (see 4.5), the possible range of a W-Master is limited to maximum 20 m in case of only one W-Track as shown in Figure 8. This value is derating to ≤ 10 m if more than one W-Track is active.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



Figure 8 – Radius of a cell with a 1 W-Track W-Master

A single W-Master can consist of one up to five tracks. Up to 3 W-Masters are allowed within one cell to a certain extent. If there are more than one W-Master installed in a cell, the MasterID's shall be consecutive. To prevent frequency access conflicts between the tracks, the SDCI wireless extension provides mechanisms to create disjoint frequency tables by W-Masters. Every W-Master has its MasterID, a frequency hopping table and a blocklist.

One W-Master and a group of associated W-Devices form a W-Master cell as shown in Figure 9. The W-Master A is connected to W-Devices A1 to Ai. The W-Master B is connected to W-Devices B1 to Bj, whereas both systems are in an overlapping RF coverage area.

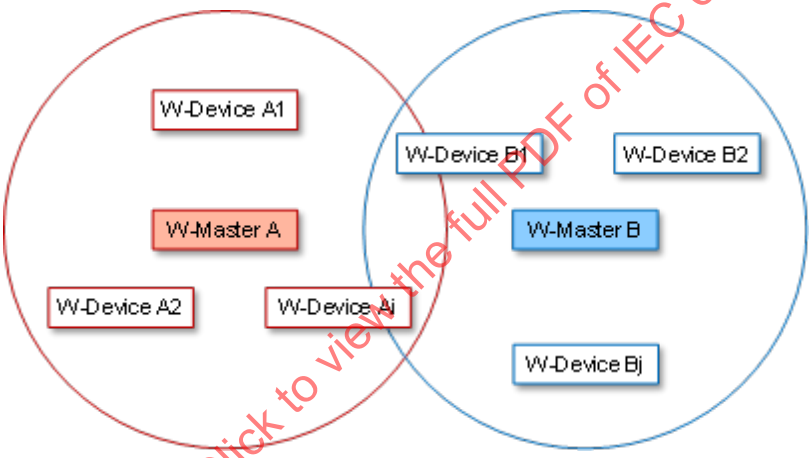


Figure 9 – Cell consisting of 2 W-Master cells

Figure 10 shows the SDCI wireless concept with partly overlapping W-Master RF coverage areas. In one area, there should not exist more than three W-Master in order to avoid interference. W-Master cells with a distance of more than 40 m can use the same MasterID again. W-Master cells with a distance less than 40 m require distinct MasterIDs. The MasterID is used to calculate individual frequency hopping tables.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

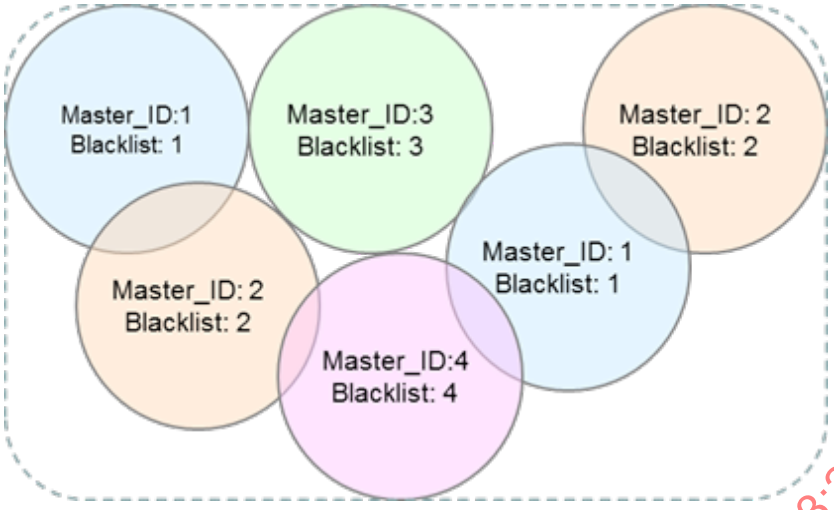


Figure 10 – Cell concept

4.4 Wireless Mechanisms

4.4.1 General

The following mechanisms are used to setup and operate the wireless connections.

4.4.2 Scan (W-Device Discovery)

After power-on, every unpaired W-Device is waiting for connection establishment from a W-Master on the configuration frequency channels. Upon user request for W-Device discovery, the W-Master sends scan request messages on the configuration frequency channels. Any unpaired W-Device receiving such a scan request message is responding with a scan response message, where the W-Device returns its unique identifier (UniqueID) for authentication purposes before pairing. With the help of this mechanism all unpaired W-Devices in the proximity of the W-Master can be discovered. Subsequently, the application can decide to pair the W-Devices.

Several W-Devices can simultaneously respond within an uplink slot. In order to minimize collisions, they are using randomly determined time slot positions within that uplink frequency. In this manner, the W-Master collects all non-paired W-Devices over time within several W-Sub-cycles.

4.4.3 Pairing

4.4.3.1 General

Pairing is the equivalent procedure to plug in the cable connection in a wired system.

4.4.3.2 Pairing by UniqueID

This mechanism is provided for pairing of a W-Device with a pre-configured W-Master and reflects the normal commissioning mechanism. The UniqueID of the W-Device is used for automatic identification of the W-Device within the pairing process. An engineering tool or HMI such as an PDCT is required for the pre-configuration of the W-Master, see 10.7.3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

4.4.3.3 Pairing by Button

This mechanism is for manual pairing without detailed knowledge about the W-Device. No Engineering Tool is required for this kind of pairing. The pairing shall be acknowledged on both entities by manual intervention (i.e. pressing a button or equivalent mechanism). In case of a faulty W-Device, which shall be replaced with a new, but identical W-Device, this document provides a simplified procedure for the pairing of both partners without using an engineering tool or PDCT.

4.4.3.4 Re-Pairing by Button

A W-Device previously paired to former W-Master can be re-paired to a new W-Master. If such a W-Device still has the ConnectionParameters of its "old" W-Master, it stays in state Configured. With a button press, the W-Device can be switched by the operator temporarily to state Re_Pairing and listens on the configuration channels for a pairing request message from the new W-Master. The pairing shall be started previously on the W-Master by manual intervention by UniqueID or pressing a button.

4.4.4 Unpairing

A W-Device can be removed from a communication relationship with a W-Master. When the operator wants to unpair one of the W-Devices, the W-Master is triggered by the operator via HMI and starts an unpairing procedure on the dedicated W-Device. This sends an unpairing request to the W-Device, which sends an acknowledgement back to the W-Master. The ConnectionParameters on the W-Device and the related W-Port configuration within the W-Master are deleted.

4.4.5 Roaming

Roaming is a feature that allows mobility to a predefined W-Device between multiple predefined W-Master cells. A W-Master W-Track configured to Roaming Mode is sending scan request messages on the configuration channels to detect roaming W-Devices in their range. Disconnected roaming W-Devices listening for a W-Master shall respond with a scan response message to indicate their presence to this W-Master. The application on the W-Masters can then decide to connect the roaming W-Device by initiating a pairing and configuration sequence.

The support of this function is mandatory for a W-Device and optional for a W-Master.

Handover disconnect is initiated by the W-Master when the application (e.g. the PLC) wants to release the W-Device, for example when the application has finished processing with the roaming W-Device in its current state (e.g. in a tool changer or conveyor belt application). Another reason for a disconnect procedure could be that the Wireless Quality of the W-Port has degraded to an absolute minimum, indicating that the W-Device leaves the range of the W-Master. Reconnection in the case of link quality degradation to the same W-Master should only be done if the link quality has improved substantially.

For any handover procedure with another W-Master, the scan message followed by a pairing and a W-Device startup sequence is utilized.

NOTE The handover procedure requests a certain amount of time where no process data can be exchanged.

An unexpected IMA-Failure detected by a W-Master from a roaming W-Device shall lead to an autonomous handover disconnect of this W-Device for the associated W-Port within the W-Master.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

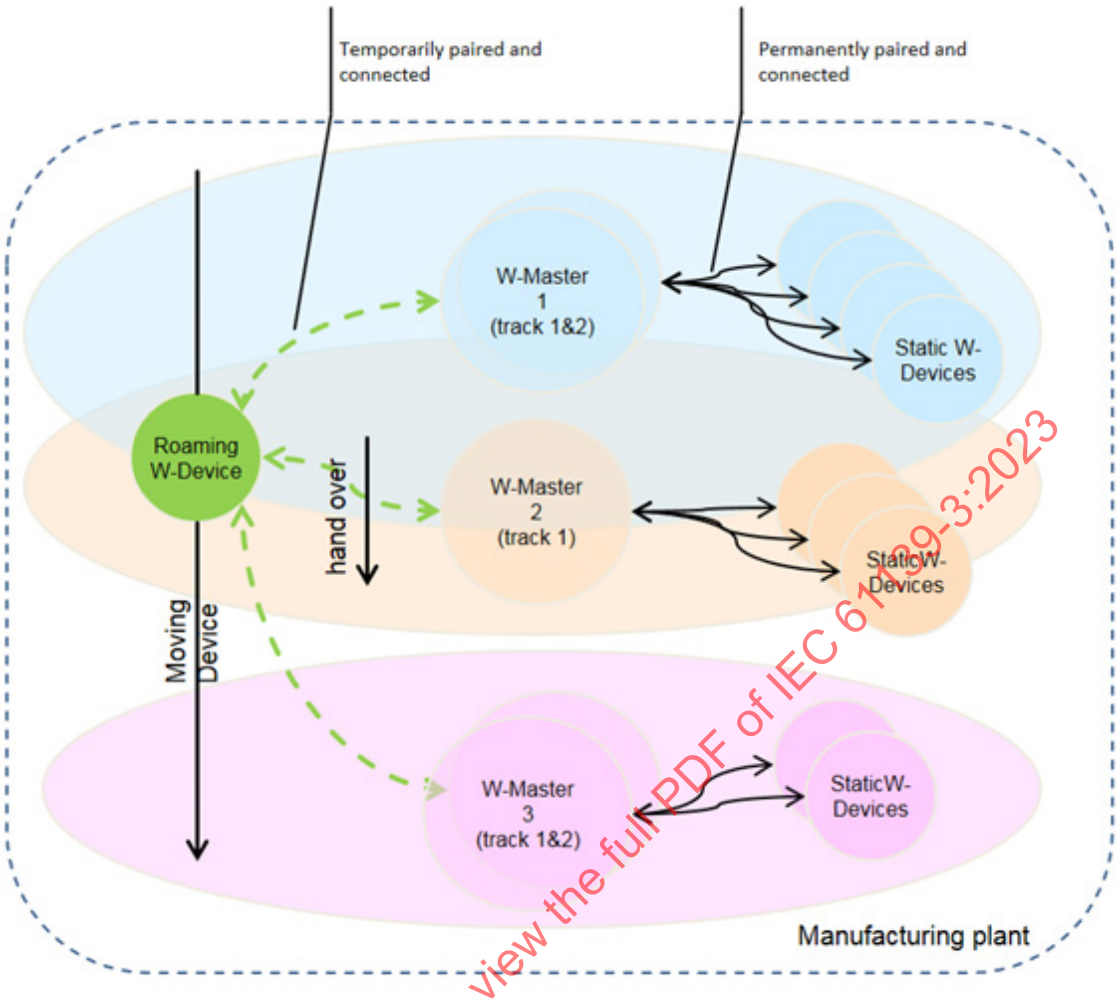


Figure 11 – Roaming between W-Master cells

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Roaming is configurable on the W-Master. On each W-Master, not more than one W-Track shall be configured for Roaming Mode, as indicated in Figure 11 for W-Master 1 and W-Master 3. The tracks in Roaming Mode utilize a dedicated frequency hopping table which includes the configuration channels. For the "handover disconnect" procedure, the entire fault indications (e.g. IMA timeout) to the system/user are suppressed, since it is related to an intended action. Accordingly, all pending diagnosis messages of the related W-Port and W-Device are deleted once the "handover disconnect" procedure is completed. A roaming W-Device does not permanently store its pairing information and discards it when disconnected.

The computation of the frequency hopping tables for roaming is described in Clause H.2.

4.4.6 Automatic Pairing

Automatic pairing (AutoPairing) is a feature that allows the pairing of W-Devices to W-Ports directly after the configuration is set without the need for additional user interaction. The automatic pairing is configured in the "PortMode" element in parameter "WPortConfigList" (see E.1.2). If the “PortMode” element is set to “Cyclic AutoPairing” or “Roaming AutoPairing”, the AutoPairing is activated for this port. The behavior of the AutoPairing mechanism depends on the active mode of the service track of the W-Master:

- If the service track is in Cyclic Mode, the pairing is triggered once after the W-Port configuration is set. If the configured W-Device is not available at that time, the pairing procedure will fail. The user will have to start the pairing manually again when the W-Device is available.

- If the service track is in Roaming Mode, the pairing is triggered once after the W-Port configuration is set. If the W-Device is not available at that time, the pairing procedure will fail. As the W-Master is permanently scanning for W-Devices in this mode, the pairing can be automatically triggered again, when the configured W-Device is found in the scan results.

The used pairing method for AutoPairing is always “Pairing by UniqueID” as described in 4.4.3.2.

4.4.7 Transmission Error Handling

Transmitted packets in both uplink and downlink direction are subject to error detection via CRC and shall be acknowledged by the receiving side. W-Devices acknowledge correct reception of their downlink packets within the respective subsequent uplink packets. Within the next downlink, the W-Master acknowledges correct reception of the uplink packet to each W-Device. In case of missing acknowledgments, the W-Master uses this information to initiate a retransmission within the same W-Cycle. When all retransmissions fail within a W-Cycle, a communication error is indicated towards system management.

4.4.8 "I am alive" supervision (IMA)

The activity of a W-Device is monitored via an "I am alive" (IMA) timer in the W-Master. When a W-Device has no data to transmit for a time period longer than its configured IMATime, an IMA message shall be sent by the W-Device before the IMA-timer expires. When the supervision IMA-timer of the W-Master expires, i.e. because the W-Device is down, a communication error shall be indicated via system management.

4.4.9 Wireless Quality supervision

Wireless Quality is used for evaluation of the functionality and reliability of the SDCI wireless system in its application environment of the wireless connection. The parameter WirelessQuality of a communication link between W-Master and a W-Device is continuously monitored and can be accessed on W-Master by the gateway application via service GetPortQuality.

4.5 Concept of air interface

4.5.1 General

SDCI wireless shall use the license-free 2,4 GHz ISM band from 2,4 to 2,483 5 GHz compliant to Bluetooth SIG – Regulatory Committee, "Bluetooth low energy Regulatory Aspects", V10r00, 26 April 2011 (see [7][2]), which also forms the basis for the well-known Bluetooth®[3]-technology. It is therefore possible to cost-effectively use existing integrated radio circuits available on the market to build SDCI wireless systems.

NOTE There is no system compatibility between Bluetooth and SDCI wireless technology. For more details see 5.4.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

---

2 Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

3 Bluetooth® is the trade name of a product supplied by the Bluetooth Special Interest Group. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the product named. Equivalent products may be used if they can be shown to lead to the same results.

4.5.2 Frequency division multiple access (FDMA)

4.5.2.1 General

Using different carrier frequencies in this document follows in principle the frequency division multiple access (FDMA) technology. SDCI wireless shall periodically change the transmission frequencies ("frequency hopping") to improve robustness against burst interferences. W-Coexistence with other wireless systems and other SDCI wireless cells is possible through omitting those frequencies within the table of unusable transmission frequencies ("blocklisting").

4.5.2.2 Frequency Hopping Tables

To compute the frequency hopping tables for a W-Master and its W-Devices, SDCI wireless defines dedicated channel hopping sequence algorithms that depend on the individual MasterID to achieve W-Coexistence within neighboring SDCI wireless systems. For W-Coexistence with other wireless systems, a blocklist can be utilized to avoid certain frequency channels in the computed hopping table. The hopping sequence is transferred to the W-Device during pairing. For more details, see Clause H.2.

4.5.2.3 Blocklist

To suspend frequency ranges, they can be defined in the blocklist. The blocklist is configurable via SetMasterConfig. For more details, see Clause H.1.

4.5.2.4 Configuration channels

Configuration of W-Master and W-Devices is required prior to cyclic data exchange. For this purpose, the frequency channels "1" (2 401 MHz) and "80" (2 480 MHz) are exclusively used in an alternating manner for ConnectionParameter exchange and initial scan and pairing of W-Master with its W-Devices. For a detailed description of usage of the configuration channels see Clause H.3.

4.5.2.5 Data channels

The frequency channels 3 (2 403 MHz) to 78 (2 478 MHz) can be used for cyclic data exchange. This number of frequency channels allows the configuration of W-Master sets disjoint from their cell neighbors for W-Coexistence. The set of frequency channels a W-Master uses is configured in the frequency hopping table (see Clause H.2).

4.5.3 Time Division Multiple Access (TDMA)

4.5.3.1 General

SDCI wireless uses Time Division Multiple Access (TDMA) principles. A communication exchange between a W-Master and its W-Devices is splitted into a "downlink" phase that is immediately followed by an "uplink" phase for a dedicated W-Track and frequency channel. The transmitters on the W-Master and W-Devices are operating in half-duplex mode, switching between Tx and Rx mode according to their time slots.

TDMA requires precise timings on both, sender and receiver. At the beginning of a TDMA cycle, the frequency channel is selected from the hopping table. The W-Devices respond at their subsequent respective time slots using the same frequency channel.

4.5.3.2 Downlink

The downlink communication from W-Master to its W-Devices can contain W-Messages for several W-Devices as shown in Figure 12. It is therefore a multicast communication. Immediately after sending the downlink, the W-Master switches its radios from Tx to Rx mode, awaiting the subsequent uplink transmissions from the W-Devices of that W-Track.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

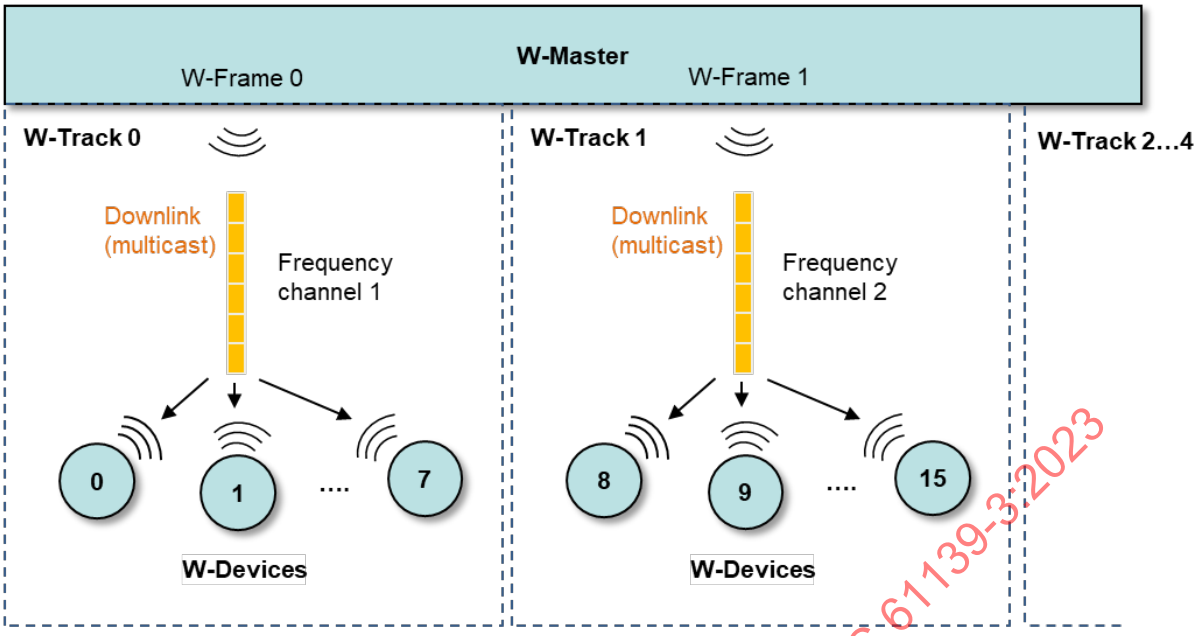


Figure 12 – Downlink

4.5.3.3 Uplink

Figure 13 demonstrates the timely staggered delivery of single cast W-Messages of W-Devices to their W-Master.

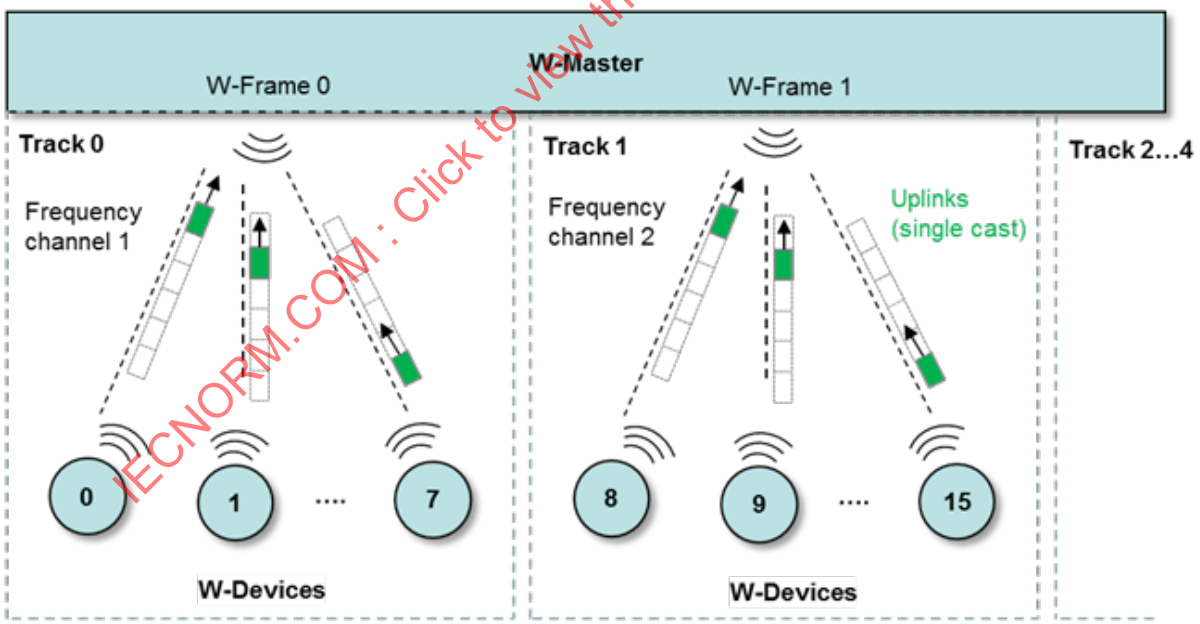


Figure 13 – Uplink

4.5.3.4 Synchronization

The W-Master provides the system's master clock which is a downlink sent each W-Sub-cycle. To precisely switch the radio mode and send the uplinks in the respective timeslots, the clocks of the W-Devices need to be continuously synchronized with the master clock. Synchronization of a W-Device clock takes always place when the W-Device receives a downlink from the W-Master. When the clocks after a longer communication pause between W-Master and W-Device have deviated (this particularly happens using low energy W-Devices), the W-Device may listen for a longer period of time until it detects its W-Masters downlink again.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

A paired W-Device that has lost clock synchronization still knows the frequency channels of its W-Master via the frequency table. It just listens at one particular frequency channel until it receives an appropriate downlink of its W-Master and is then able to synchronize to the hopping sequence and uplink time slots.

4.5.4 SSlots, DSlots, transmission capacity

The transmission capacity of downlink and uplink is shown in Figure 14. The downlink can carry 52 octets. An uplink can carry 12 octets or 25 octets, depending on the slot type "SSlot" or "DSlot". DSlots combine two SSlots to operate sensors or actuators with larger process data, but this reduces the number of possible W-Devices per W-Track.

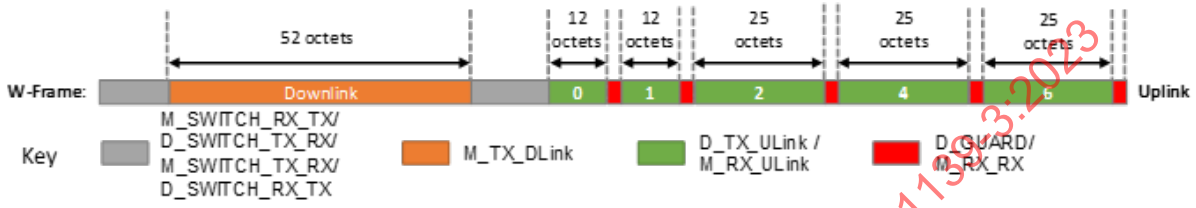


Figure 14 – Transmission capacity with SSlots and DSlots

Some octets are required for protocol control data and integrity checksums, finally reducing the usable message payload. The message payload encodings are listed in Clause A.7.

4.5.5 Assignment of W-Devices to W-Tracks and slots

A W-Master contains up to 5 W-Tracks, which are numbered from 0 to 4. Each W-Track has up to 8 slots, numbered from 0 to 7. This allows a maximum number of 40 W-Devices per W-Master.

Figure 15 shows the assignment of W-Device numbers to slots and W-Tracks.

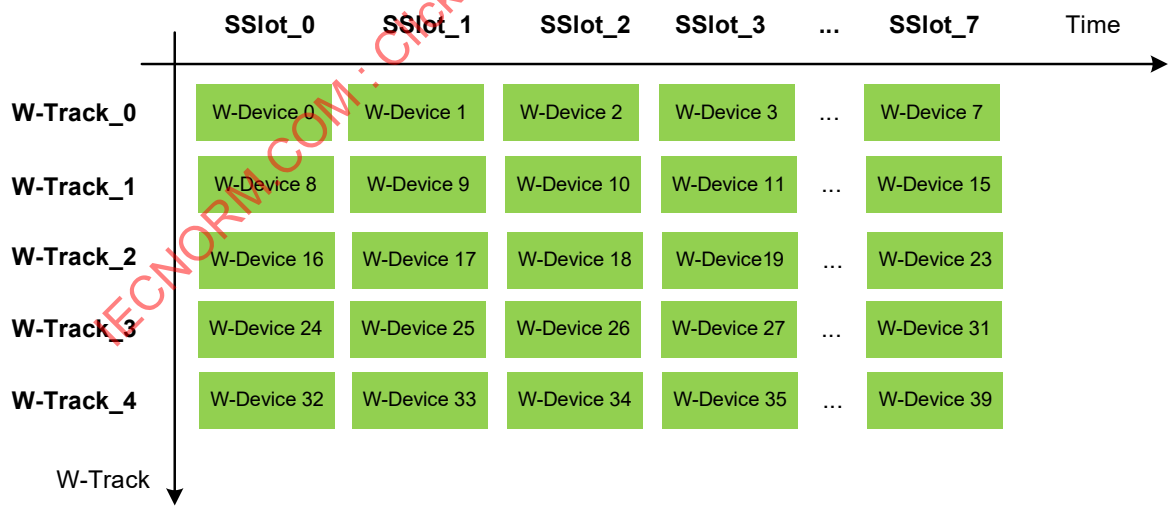


Figure 15 – Uplink assignments

The allocation of W-Devices to W-Track and Slot number is performed during commissioning and pairing. Numbering gaps in the W-Device count can occur because of DSlot usage (DSlots shall always be placed on even slots, see Figure 32 or non-used slots in a W-Track.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

4.5.6 Assignment of W-Ports to W-Devices

A W-Master provides a limited number of virtual W-Ports, depending on the number of available W-Tracks and the slot configuration, since W-Devices with occupation of a DSlot reduce the number of available W-Ports. The W-Master shall therefore administratively map its W-Device slots to these virtual W-Ports, which is performed on application level during commissioning. The application shall maintain a monotonically increasing numbered list of W-Ports counting from 0 in the sequence of the commissioning operation and assign the W-Device slots autonomously. The mapping between W-Port and W-Device slot numbering is given via the W-Port handler of the System Management (SM). The Track and W-Device Mapper (TD-Mapper) uses this information to map a W-Port to the corresponding W-Track and slot (see 6.2.2).

4.5.7 W-Cycle

A W-Cycle utilizes TDMA and FDMA in combination with a retransmission mechanism to achieve a very dependable wireless transmission. The standard duration of a complete W-Cycle is almost 5 ms as shown in Figure 16, consisting of three W-Sub-cycles. The W-Cycle is configurable via SM_SetPortConfig with a granularity of the time duration of a W-Sub-cycle.

The W-Master uses the remaining W-Sub-cycles for retries in case of transmission errors caused by channel interferences. The different frequency channels for these sub-cycles and for each W-Track are the countermeasure against these channel interferences. When no retransmissions are required within a W-Cycle, the otherwise unused bandwidth can be used to transfer acyclic data, such as On-request data (OD) or Events.

A W-Master can comprise up to five (small band) transceivers with their own antenna and dedicated frequency channels, called a W-Track. Each W-Track can serve up to 8 W-Devices and send and receive alternately. All W-Tracks of a W-Master send at the same time on different frequencies according to the computed frequency hopping tables, providing an optimal medium utilization.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

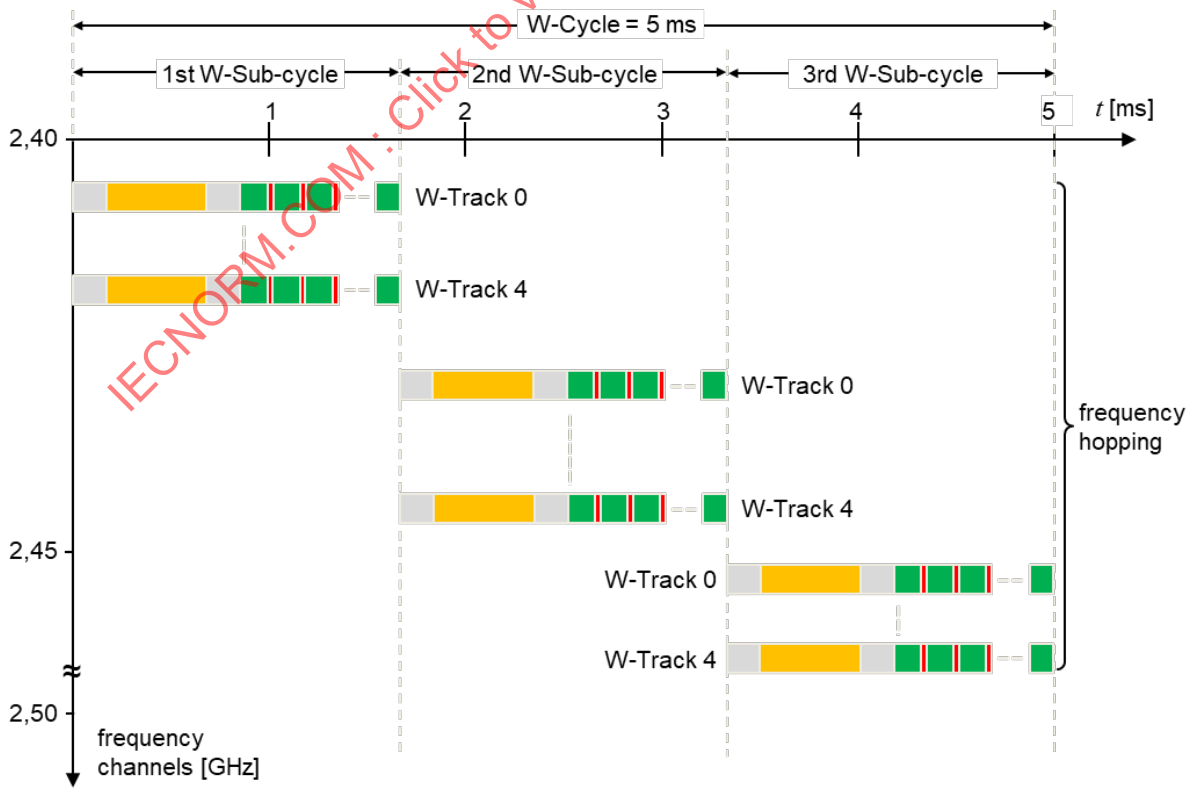


Figure 16 – TDMA and FDMA in the W-Cycle

4.5.8 W-Frame

A W-Frame is the data structure in which a communication exchange between a W-Master and its W-Devices is organized (see Figure 17). It is structured in control intervals, downlink and uplinks. In control interval, the radio switches between transmission and reception and in the first control interval also frequency hopping takes place.

The downlink addresses the W-Devices via multicast. The uplink are transmitted subsequently W-Device by W-Device in the respective time slot. The W-Frame is transmitted in a W-Sub-cycle of 1,664 ms.

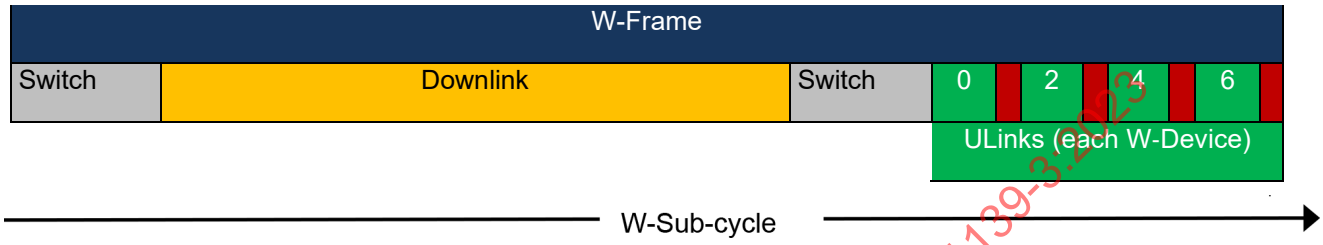


Figure 17 – W-Frame and W-Sub-cycle

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

4.6 Characteristics of the SDCI-W technology

The main characteristics of the SDCI-W 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 W-Devices.
- A W-Master can handle up to 5 transmission W-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.
- There are no limitations for typical relative movement speeds of W-Devices within a single W-Master cell.
- 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-W also supports mechanisms for low energy W-Devices.
- SDCI-W 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 RFP of 10^{-9} which is similar to a wired connection.
- W-Coexistence with other wireless systems (e.g. WLAN) can be 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.

4.7 Layer model

Different aspects of communication are realized by different communication layers based on the layer model according to IEC 61158-1. Figure 18 shows the logical structure of W-Master and W-Device.

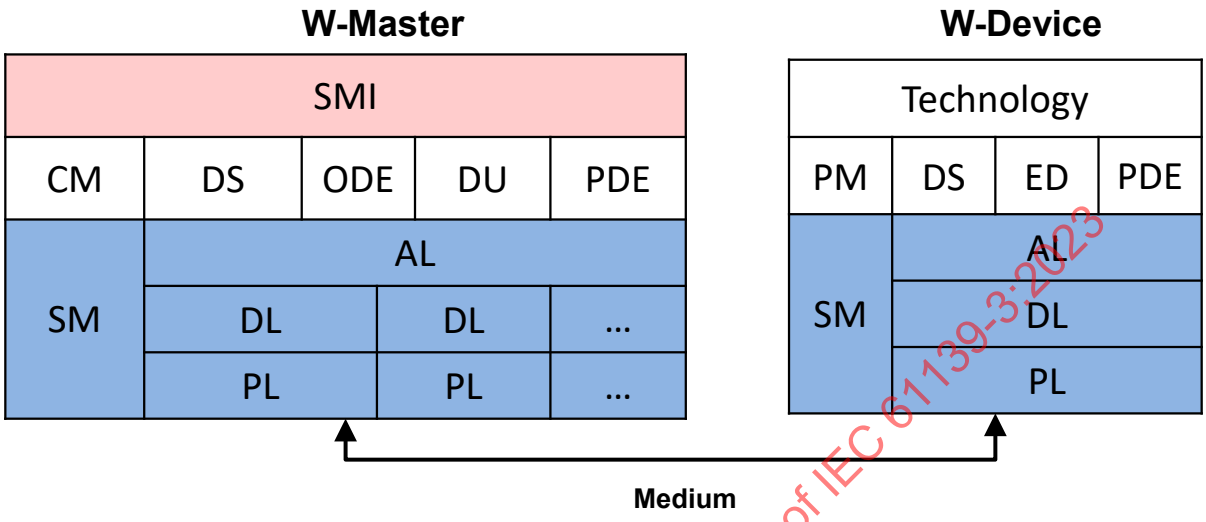


Figure 18 – Logical structure of W-Master and W-Device

The Physical Layer (PL) as air interface for SDCI wireless includes the PL as well as the wireless mechanisms (e.g. pairing, blocklisting, ...) with all aspects related to the radio:

- Antenna aspects
- Radio transceivers
- Radio frequencies
- Bidirectional data transmission via downlink and uplink (W-Sub-cycle)
- Media access and frequency hopping patterns
- W-Sub-cycle structures

Following elements specify the Data Link Layer (DL):

- Data scheduling (DL-A)
- Data handling (DL-B)

Following elements specify the Application Layer (AL):

- Data exchange

System Management (SM) realizes:

- Operating states
- Pairing functionality for W-Master and its W-Devices during commissioning and replacement
- Parameterization (download of W-Parameters)

In addition, this document provides the necessary changes and extensions to the IEC 61131-9 for the operation of wireless communication.

4.8 Conformity assessment

Conformity with this document cannot be claimed unless the requirements of Annex J are met.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5 Physical Layer (PL)

5.1 General

This Clause 5 describes the relevant definitions for transceivers and media access on both, W-Master and W-Devices, which shall comply to the requirements described in Clause 5.

5.2 Base technology, Physical Layer (PL)

5.2.1 General

SDCI wireless uses frequencies from 2 401 to 2 480 MHz of the license-free 2,4 GHz ISM band (industrial, scientific, and medical).

The physical layer of SDCI wireless is based on the proven technology used in Bluetooth© version 4.2 (Bluetooth Low Energy, see [6]). It is therefore possible to use radios available on the market with the restriction that the requirements, described in 5.2, being taken in account.

5.2.2 Transmission rate

The on-air bit duration T_{bit} is 1 µs as shown in Figure 19. Hence, the gross transmission rate is 1 Mbit/s.

5.2.3 Carrier frequency accuracy

The carrier frequencies f_c of a W-Master or a W-Device shall not deviate more than +/- 20 ppm.

5.2.4 W-Device Carrier frequency calibration

W-Device adjusts their carrier frequency to those of its W-Master. To adjust carrier frequency and compensate aging and thermal drifts, the W-Devices shall measure the frequency deviation during reception of each downlink. This deviation is used by the W-Device for recalibration of its carrier frequency before each transmission.

If a W-Device is waiting on pairing request from a W-Master longer than two minutes on the configuration channel, it shall start to sweep its carrier frequency in frequency steps of +/- 25 kHz. Each frequency step is to be used four times before the next step. The maximum deviation of the sweep is +/- 250 kHz.

5.2.5 W-Master Carrier frequency calibration

The carrier frequencies of a W-Master should be calibrated to the defined carrier frequency accuracy during manufacturing.

5.2.6 Modulation

SDCI wireless uses binary Gaussian frequency shift keying (GFSK) modulation scheme with a Gaussian filter bandwidth bit period product BT = 0,5. The modulation index shall be 0,5 (a modulation index value between 0,45 and 0,55 is tolerable).

Figure 19 shows an unmodulated carrier frequency and the binary frequency modulated signal. A binary one shall be represented by a positive frequency deviation, and a binary zero shall be represented by a negative frequency deviation.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

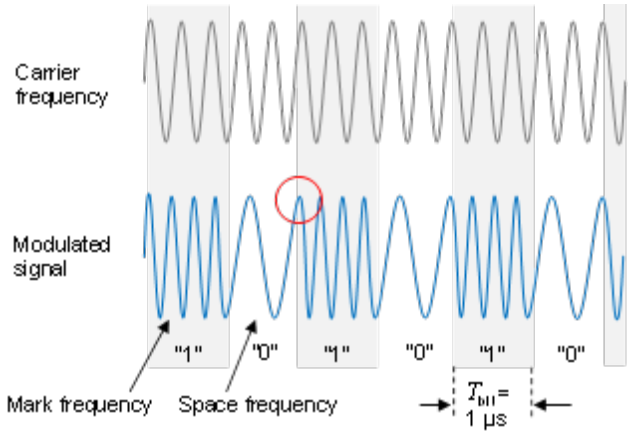


Figure 19 – Base technology and modulation

The frequency transitions are non-linear (red circle in Figure 19) and cause interfering harmonics. A Gaussian filter reduces this impact. The entire modulation mechanism is named Gaussian frequency shift keying (GFSK).

5.2.7 Transmission power

The transmission power shall meet FCC 15.247 and ETSI EN 300 328 for the use of the 2,4 GHz ISM frequency band. For this reason, the maximum transmission power of a W-Master or W-Device should not exceed a total of 10 mW. If at a W-Master more than one W-Track is used, all W-Tracks are sharing the 10 mW. Thereby the antenna gain shall be taken into account.

The output power shall be controlled by setting the attribute TransmitPower.

The transmission power shall be sufficiently high in order to ensure the range and reliability requirements.

The one-track W-Master shall be capable of transmitting with a power of at least +6 dBm.

Multi-track W-Masters shall be capable of transmitting with a power of at least 0 dBm per W-Track.

The W-Device shall be capable of transmitting with a power of at least +4 dBm.

5.2.8 Antenna

If radio regulations (see 5.2.7) are met, a W-Master or W-Device can use internal or external antennas. If an antenna with direction characteristic is used, also the maximum transmission power of ≤ 10 dBm EIRP shall be observed for any direction.

In order to ensure the range and reliability requirements, a high antenna efficiency is preferable.

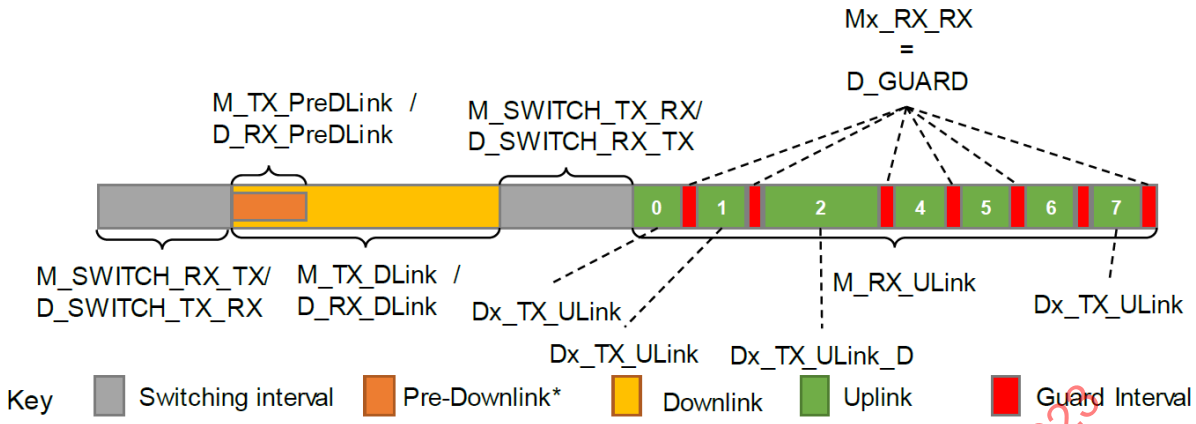
5.2.9 SDCI wireless receiver sensitivity

The minimal radio sensitivity on the W-Master and W-Device side shall be at least -94 dBm. For details see Annex K.

5.2.10 Transceiver timings

To meet the necessary timings for the W-Sub-cycle as shown in Figure 20 (see 5.4), the requirements in Table 1 and Table 2 shall be fulfilled.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



*NOTE: Pre-Downlink for Low-Energy-Devices is not listed, since a Low-Energy-Device must be able to receive a complete Downlink.

Figure 20 – Transceiver timings

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 1 – Transceiver timings within W-Sub-cycle of W-Master

W-Master					
Name (see Figure 20	**Minimum**	**Typical**	**Maximum**	**Unit**	**Remark**
Oscillator accuracy	-20	0	20	ppm	The maximal oscillator deviation allowed
T_{BIT}	n/a	1	n/a	µs	Bit time at 1 Mbit/s transmission rate
M_SWITCH_RX_TX	-1	208	+1	µs	Time between the end of last uplink and begin of next downlink. Within this time, the W-Master transceiver shall change frequency channel and switch from receive (Rx) to transmit (Tx). The transmission of the downlink shall start immediately after this time interval.
M_TX_DLink	n/a	416	n/a	T_{BIT}	The W-Master transceiver shall transmit a complete downlink with 416 bits to all W-Devices.
M_TX_PRE-DLink	n/a	88	n/a	T_{BIT}	The W-Master transceiver shall transmit a Pre-Downlink part of the complete downlink packet with 88 bits to all W-Devices.
M_SWITCH_TX_RX	-1	208	+1	µs	The time between the end of downlink and begin of uplinks. Within this time the transceiver shall switch from transmit (Tx) to receive (Rx). The reception of the uplinks shall start immediately after this time interval. NOTE No change of frequency.
M_RX_ULink	n/a	832	n/a	T_{BIT}	Receive of all separate W-Device uplinks within a W-Sub-cycle on frequency of downlink: only SSlot: 8 × (96 T_{BIT} + D_GUARD) only DSlot: 4 × (200 T_{BIT} + D_GUARD) or mix of SSlot and DSlot NOTE See Mx_RX_RX
Mx_RX_RX	n/a	8	n/a	T_{BIT}	Receive- to Receive-Time between two uplinks except the last uplink. e.g.: The W-Master transceiver receives an uplink x. After this uplink, the transceiver has this time to recover to Rx to receive next uplink x+1. The recovery time shall be less than given time of $8T_{BIT}$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 2 – Transceiver timings within W-Sub-cycle of W-Device

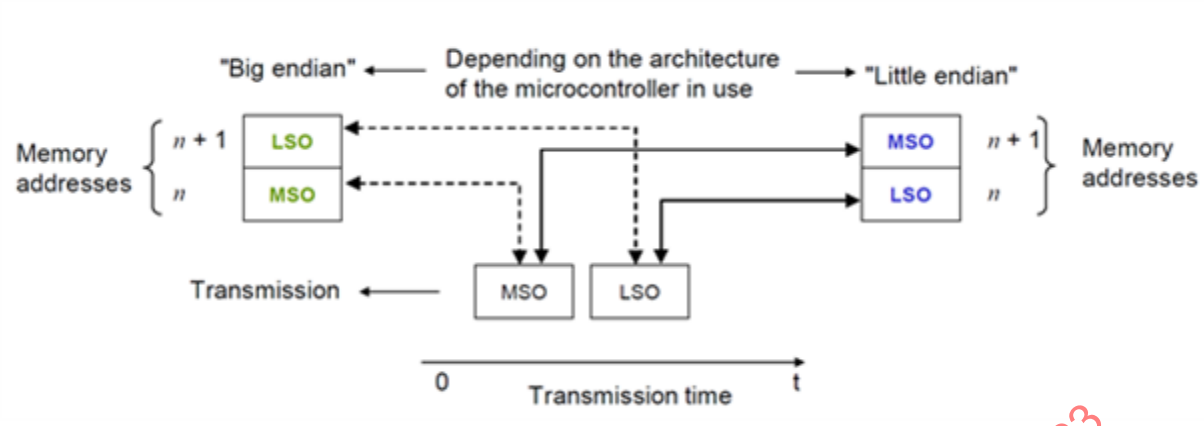
W-Device					
Name (see Figure 20	**Minimum**	**Typical**	**Maximum**	**Unit**	**Remark**
Radio frequency deviation	-250	0	250	kHz	The maximum carrier frequency error, which can be tolerated by radio
Frequency correction step	n/a	25	n/a	kHz	Frequency step used by correction of the carrier frequency error
T_{BIT}	n/a	1	n/a	µs	Bit time at 1 Mbit/s transmission rate
D_SWITCH_TX_RX	-1	208	+1	µs	Time between the end of uplink of slot 7 and begin of next downlink. Within this time, the W-Device transceiver shall change frequency channel and switch from transmit (Tx) to receive (Rx). The reception of the downlink for each slot shall start immediately after this time interval.
D_RX_DLink	n/a	416	n/a	T_{BIT}	The W-Device shall receive a complete downlink packet with 416 bits.
D_RX_PPE-DLink	n/a	88	n/a	T_{BIT}	The low energy W-Devices shall receive a Pre-Downlink part of the complete downlink packet with 88 bits.
D_SWITCH_RX_TX	-1	208	+1	µs	Time between the end of downlink and begin of uplink of slot 0. Within this time the W-Device transceiver shall switch from receive (Rx) to transmit (Tx). The time difference between the end of the time interval D_SWITCH_RX_TX and the start of the transmission for each uplink can be calculated as following: Slot_N x [D_TX_ULink + D_GUARD] NOTE No change of frequency
Dx_TX_ULink	n/a	96	n/a	T_{BIT}	Time a single slot W-Device sends its uplink.
Dx_TX_ULink_D	n/a	200	n/a	T_{BIT}	Time a double slot W-Device sends its uplink.
D_GUARD	n/a	8	n/a	µs	Guard time between two uplinks. This prevents from "overlapping on air" of the W-Device uplink before or after.
D_GUARD/2	n/a	4	n/a	µs	Uncertainty time by reception of the downlink on W-Device side

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.3 Downlink and uplink

5.3.1 Transmission octet order for WORD based data types

The values within the payload, independent of the architecture, transmitted in Big Endian format as shown in Figure 21. The following rule shall apply: the most significant octet (MSO) shall be transmitted first.



Key:

MSO = Most Significant Octet

LSO = Least Significant Octet

Figure 21 – Memory Storage and transmission order for values for WORD based data types

5.3.2 Downlink and uplink transmission

The bit ordering within each octet on the air follows the Little-Endian format. The Least Significant Bit (LSB) is the first bit, which shall be sent over the air for each octet. For instance, an 8-bit value 0x26(hex) (binary 0010 0110) is transmitted as shown in Figure 22.

b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7
0	1	1	0	0	1	0	0

Time on air

Figure 22 – Bit ordering within an octet

The radio transmits payload octets as an octet array over the air as shown in Figure 23. The order of the octets is not altered during data transmission/reception.

octet 0	octet 1	....	octet N-1	octet N

Octets on air

Figure 23 – Octet array transmission over the air

5.3.3 Preamble

Each downlink or uplink packet always starts with the so-called "Preamble", a unique bit pattern. The two octets of the Preamble can contain either the value "0xAA" or "0x55". If the first bit of the syncword on air is "0" the preamble shall be set to "0xAA" otherwise the Preamble shall be set to "0x55". For example, used syncword "0x59943E" the preamble shall be set to "0xAA". It shall be stored in the transmit buffer as shown in Table 3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 3 – Octet ordering of Preamble values

First bit of syncword on air	Preamble octet 0	Preamble octet 1
0	AA	AA
1	55	55

5.3.4 Syncword

The syncword immediately follows the Preamble. The syncword is required for octet synchronization and identification of the packet as an SDCI wireless packet. The three octets long syncword shall be stored in to the transmit buffer directly after the preamble.

ConfigSyncword

This syncword is used for the configuration channels. The octets of the ConfigSyncword shall have the values and octet order shown in Table 4.

Table 4 – Octet ordering of ConfigSyncword

ConfigSyncword octet 0	ConfigSyncword octet 1	ConfigSyncword octet 2
3E	94	59

DataSyncword

Different syncwords can be used to improve the coexistence behavior in an environment with multiple W-Masters. This syncword is used for the data channels. In this version of the system extension, the octets of the DataSyncword shall have the values and octet order shown in Table 5. This DataSyncword shall be transmitted on Pairing Request from the W-Master to the W-Device (see Figure B.3). According to this document, only the DataSyncword from Table 5 shall be used. The default DataSyncword is 3E 94 59.

Table 5 – List of DataSyncword

DataSyncword octet 0	DataSyncword octet 1	DataSyncword octet 2
3E	94	59
B3	A3	14
1A	2D	EE
94	A3	DB
9C	92	E8
38	D2	EE
D8	C6	A9
91	B5	E3
2D	A3	13
69	D1	39
D8	72	1D
91	DB	E2
E9	5C	13
C7	A6	14
44	6B	63
A7	72	D2

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

DataSyncword octet 0	DataSyncword octet 1	DataSyncword octet 2
31	4D	ED
96	39	15
68	5D	72
C6	74	2B
38	B7	15
C9	29	17
8D	1C	4B
DC	9A	5C
49	DC	5C
92	5D	73
6C	DC	2D
A7	9C	2D
68	A3	73
A4	73	17

5.3.5 Downlink and uplink CRC

CRC are necessary to avoid reception of a wrong message as a right one. The Pre-Downlink packet part octets, downlink- and uplink packet has a CRC at the end to check its consistence after wireless transmission. The Pre-Downlink packet part CRC has a length of 16 Bit. The Full-Downlink packet and all uplink packets have a CRC length of 32 Bit. To get the same probability of a correct message for uplinks and the Full-Downlink packet they need a longer CRC due to their data length.

5.3.6 CRC Transmission

The result of the CRC16 and CRC32 shall be stored in a Big Endian format in the transmit buffer. The CRC is transmitted with most significant bit first, see Figure 24 and Figure 25.

Bit	Octet															
	0								1							
Octet-Bit	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
CRC-Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Figure 24 – Octet ordering of CRC16 result values

Bit	Octet															
	0								1							
Octet-Bit	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
CRC-Bit	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16

a) Octet 0 and 1

Bit	Octet															
	2								3							
Octet-Bit	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
CRC-Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

b) Octet 2 and 3

Figure 25 – Octet ordering of CRC32 result values

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.3.7 Data Whitening

Before transmission and after receiving, the W-Frame is scrambled/descrambled with a data whitening polynomial in order to randomize the data from highly redundant pattern and to minimize DC bias in the W-Frame. SDCI wireless shall use the same whitener as the Bluetooth SIG – Core Specification 4.2 with the polynomial shown in Equation (1).

$$P = X^7 + X^4 + 1 \tag{1}$$

where

P is the polynomial,

X^j is the corresponding coefficient at stage j.

Figure 26 shows the realization of the whitening pseudo random number generator using a shift register with feedback.

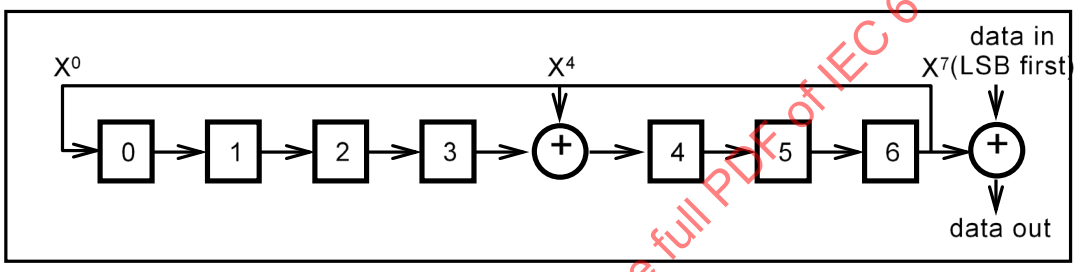


Figure 26 – Data Whitening LFSR

For each packet transmission, the shift register shall be initialized with a seed value which depends on the current frequency channel number. Table 6 illustrates the relationship between frequency channel number and shift register seed value.

Table 6 – LFSR Seed Values

Frequency channel number	LFSR Seed Value							
	Bit Position							Value in HEX
	0	1	2	3	4	5	6	[Bit 6 = MSB]
1, 41	1	0	0	0	0	0	1	0x41
2, 42	1	0	0	0	0	1	0	0x21
3, 43	1	0	0	0	0	1	1	0x61
4, 44	1	0	0	0	1	0	0	0x11
5, 45	1	0	0	0	1	0	1	0x51
6, 46	1	0	0	0	1	1	0	0x31
7, 47	1	0	0	0	1	1	1	0x71
8, 48	1	0	0	1	0	0	0	0x09
9, 49	1	0	0	1	0	0	1	0x49
10, 50	1	0	0	1	0	1	0	0x29
11, 51	1	0	0	1	0	1	1	0x69
12, 52	1	0	0	1	1	0	0	0x19
13, 53	1	0	0	1	1	0	1	0x59

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Frequency channel number	LFSR Seed Value							
	Bit Position							Value in HEX
	0	1	2	3	4	5	6	[Bit 6 = MSB]
14, 54	1	0	0	1	1	1	0	0x39
15, 55	1	0	0	1	1	1	1	0x79
16, 56	1	0	1	0	0	0	0	0x05
17, 57	1	0	1	0	0	0	1	0x45
18, 58	1	0	1	0	0	1	0	0x25
19, 59	1	0	1	0	0	1	1	0x65
20, 60	1	0	1	0	1	0	0	0x15
21, 61	1	0	1	0	1	0	1	0x55
22, 62	1	0	1	0	1	1	0	0x35
23, 63	1	0	1	0	1	1	1	0x75
24, 64	1	0	1	1	0	0	0	0x0D
25, 65	1	0	1	1	0	0	1	0x4D
26, 66	1	0	1	1	0	1	0	0x2D
27, 67	1	0	1	1	0	1	1	0x6D
28, 68	1	0	1	1	1	0	0	0x1D
29, 69	1	0	1	1	1	0	1	0x5D
30, 70	1	0	1	1	1	1	0	0x3D
31, 71	1	0	1	1	1	1	1	0x7D
32, 72	1	1	0	0	0	0	0	0x03
33, 73	1	1	0	0	0	0	1	0x43
34, 74	1	1	0	0	0	1	0	0x23
35, 75	1	1	0	0	0	1	1	0x63
36, 76	1	1	0	0	1	0	0	0x13
37, 77	1	1	0	0	1	0	1	0x53
38, 78	1	1	0	0	1	1	0	0x33
39, 79	1	1	0	0	1	1	1	0x73
40, 80	1	1	0	1	0	0	0	0x0B

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.3.8 Regular downlink packet

The data structure of the regular downlink packet is shown in Figure 27. The distribution of payload of Pre-Downlink and Full-Downlink is dynamically assembled by Message handler (see Clause A.7). The data structure of the downlink packet is described in Clause B.2 in detail.

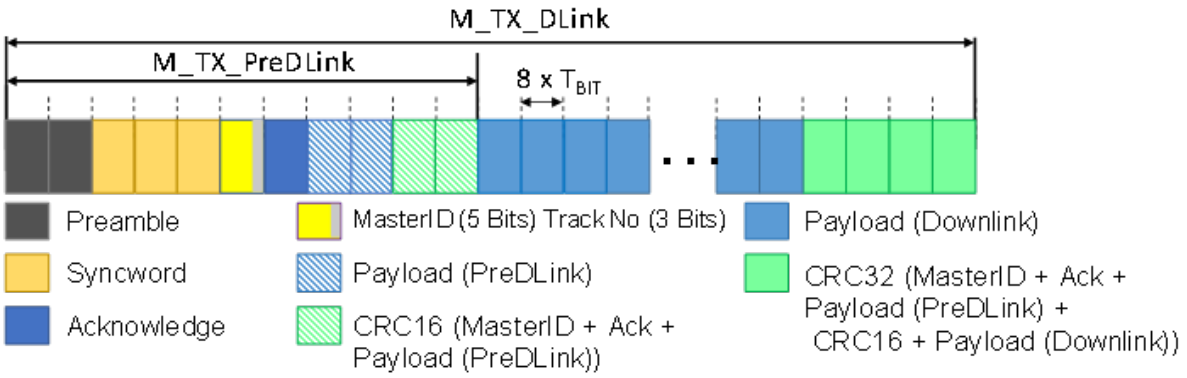


Figure 27 – Regular downlink packet

5.3.9 Configuration downlink packet

The data structure of the configuration downlink packet is shown in Figure 28. The content of the payload is compiled by the Physical Layer (see Annex D). Data structure of the configuration downlink is described in Clause B.3 in detail.

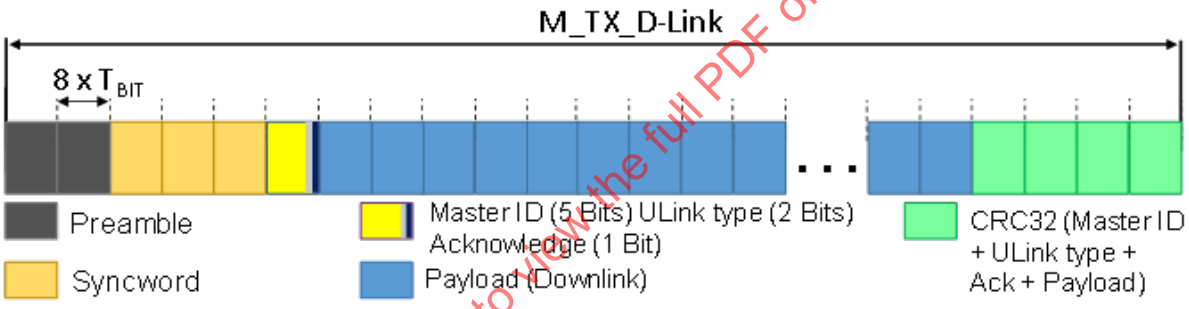


Figure 28 – Configuration downlink packet

5.3.10 Uplink Single Slot

Struture of the uplink Single Slot (SSlot) is shown in Figure 29. The DL-A handler compiles the uplink payload. There are maximal 8 SSlot possible per W-Track of a W-Frame.

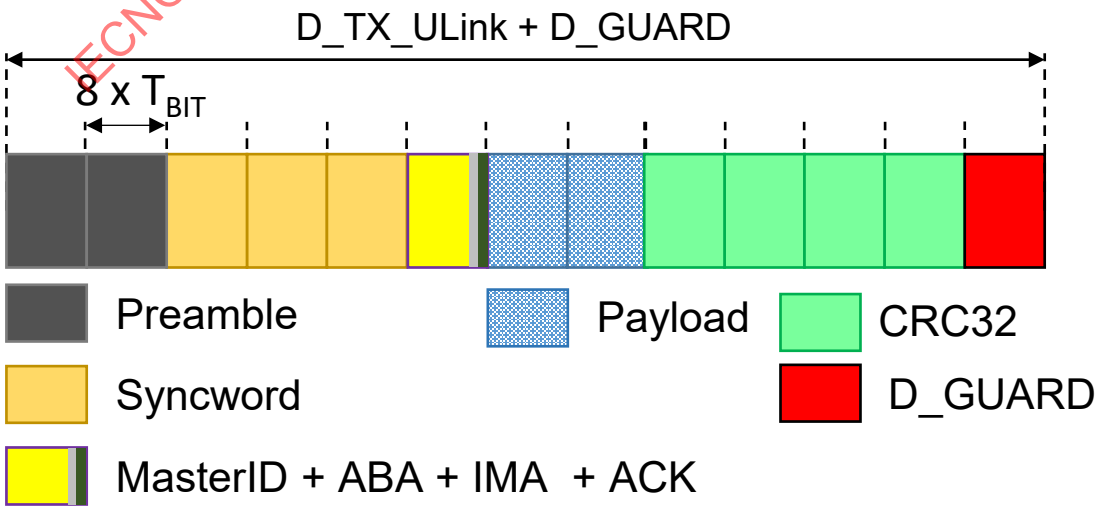


Figure 29 – Uplink packet + Guard (SSlot)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.3.11 Uplink Double Slot

Structure of the uplink DSlot is shown in Figure 30. The DL-A handler compiles the uplink payload. There are maximal 4 DSlots possible per W-Track of a W-Frame.

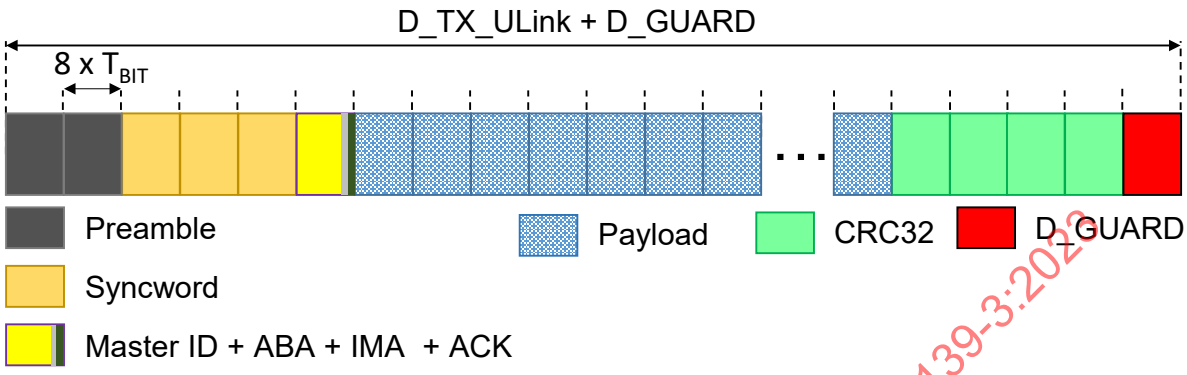


Figure 30 – Uplink packet + Guard (DSlot)

5.4 W-Sub-cycle

5.4.1 General

The general concept of the W-Cycle and the W-Sub-cycles is specified in Figure 16. Subclause 5.4 explains definitions for packets within a W-Frame.

5.4.2 W-Sub-cycle structure

A W-Sub-cycle describes a time frame with a duration of 1,664 ms, because the minimum cycle time shall be shorter than 5 ms. For this purpose, the W-Sub-cycle has a length of 1,664 ms => 3 x cycle < 5 ms. In a W-Sub-cycle a complete communication exchange between a W-Master and its W-Devices is organized (see Figure 31). The detailed encoding of W-Messages within W-Sub-cycles are described in Annex D.

The first part of a W-Sub-cycle is a control interval of 208 µs. In this interval, the carrier frequency and transceiver mode are adjusted. After that the so-called "downlink" starts. The downlink has a duration of 416 µs and can contain individual W-Message(s) for each W-Device, e.g. W-Device in Slot_N 2 in Figure 31.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

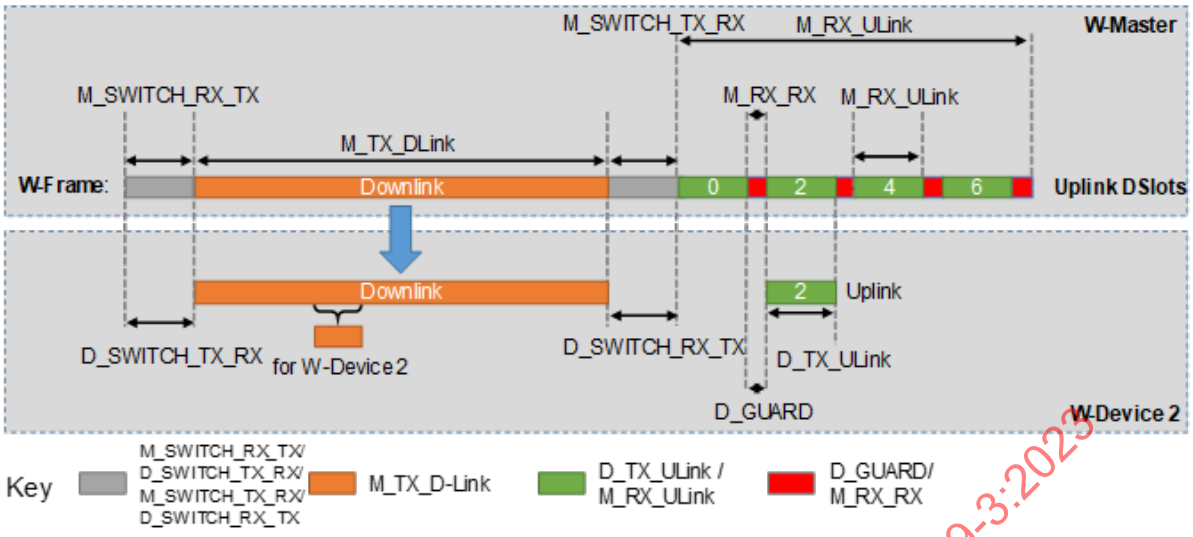


Figure 31 – Format of a W-Sub-cycle with DSlots

After the control interval during which the transceivers of the W-Master switches from transmit (Tx) to receive (Rx) and of the W-Device vice versa, the uplink transmissions with a total duration of 832 µs starts. In the "uplink" each W-Device has its own time slot to response, e.g. Slot_N 2 for W-Device 2 in Figure 31.

Between sequentially uplink slots, a guard interval with a duration of 8 µs is placed. At the beginning of the guard interval the previous W-Device stops sending, while the following W-Device starts sending at the end of the guard interval. The guard interval is required for the W-Master to recover.

A W-Device can use two kinds of slots in an uplink with different duration, Single Slots (SSlot) with 96 µs (see Figure 29) or Double Slots (DSlot) with a length 200 µs (see Figure 30). Only by using SSlots, the maximum number of 8 W-Devices per W-Track can be achieved. DSlots shall always start at an even slot number. If in a W-Track an odd number of SSlots is used one SSlot cannot be used e.g. SSlot 5 in Figure 31. Figure 32 shows an example of combining DSlots and DSlots.

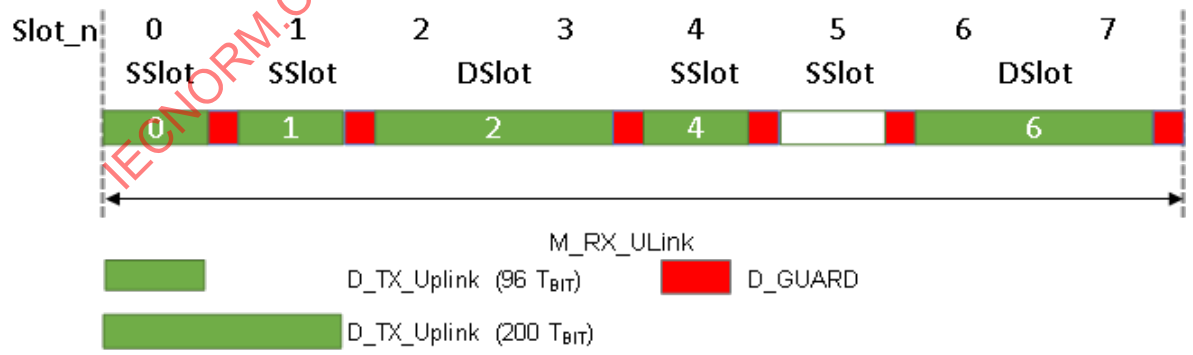


Figure 32 – SSlots and DSlots

5.4.3 Regular W-Frame

Figure 33 shows the structure of a regular W-Frame, which is used for cyclic transmission of SDCI Process Data (PD) and acyclic transmission of On-request Data (OD). This W-Frame can contain multiple W-Messages in its downlink packet addressed to dedicated W-Devices.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

The first part of the downlink packet, the so-called Pre-Downlink part, is integral part of the full downlink packet for regular W-Frames. It contains the acknowledgments and two octet payload. Pre-Downlink part has its own 16 bit CRC signature. Low energy W-Devices may reduce their receiver activity time by only receiving the Pre-Downlink part instead of the full downlink packet.

All other W-Devices of the W-Track shall receive the entire downlink packet and the 32 bit CRC signature at the end.

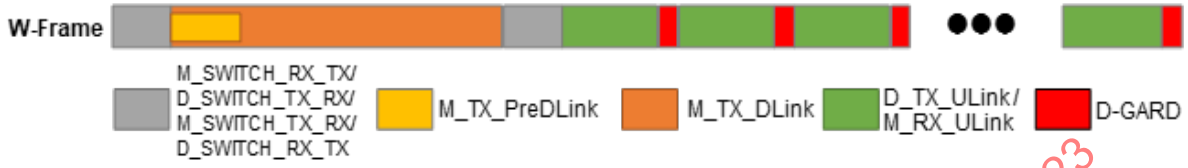


Figure 33 – W-Frame structure

5.4.4 Configuration W-Frame

The configuration W-Frame allows using the entire downlink space for the transfer of ConnectionParameters. There is no Pre-Downlink part encoded in this frame type. Consequently, only the addressed W-Device returns a message within the uplink section (see Figure 34).

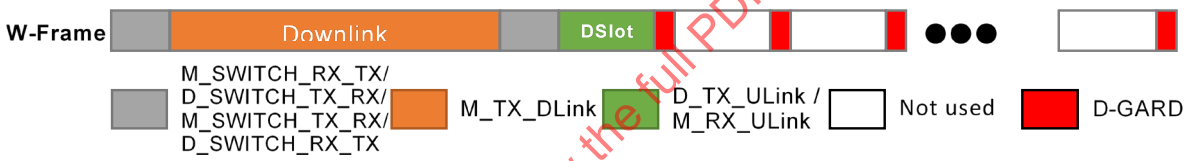


Figure 34 – W-Frame type for pairing and configuration

5.5 Medium Access Control (MAC)

5.5.1 General

Subclause 5.5 describes the relevant definitions for media access on both, W-Master and W-Devices, which shall comply with the requirements in 5.5.

W-Devices and W-Master shall operate in synchronous manner in frequency and time domain. Therefore, the synchronization of the W-Devices on a W-Master is necessary. Initial synchronization of the W-Device on its W-Master takes place during the pairing process. A paired W-Device resynchronizes its timing on each successful reception of the downlink. The W-Devices calculates the next downlink transmission time and adds a window of uncertainty of 4 µs (DGUARD/2) to control its receiver activity.

W-Devices after a longer inactivity period can possibly lose clock synchronization with their W-Master. In this case, it is required to increase the uncertainty window of the W-Device, thus increasing the receiver on-time.

The use of orthogonal frequency channel hopping sequences by the W-Masters and their associated W-Devices allows operational coexistence of overlapping SDCI wireless systems. The W-Master creates the hopping sequences. For increasing capability of W-Coexistence, the frequency channel hopping sequences can be adapted to environment using blocklisting. During the pairing and configuration processes, the W-Master downloads these hopping sequences into the unpaired W-Devices.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.5.2 Frequency channels

The carrier frequencies f_n are defined by the frequency channel number n using Equation (2).

$$f_n = f_o + n \times 1\text{MHz} \quad (2)$$

where

f_0 2 400 MHz

n 3 to 78 for cyclic data exchange (see 4.5.2.5) and n = 1 and 80 for configuration (see 4.5.2.4).

The minimum spectral distance between the W-Tracks of a W-Master is 3 MHz. Default Hopping Table is according to HT01.

SDCI wireless defines the frequency channel hopping table HT01. HT01 omits the frequency channels $f_{1\text{-}2}$ and $f_{79\text{-}80}$. The frequency channels f_1 and f_{80} are reserved for configuration (see 5.5.4). The frequency channels f_2 and f_{79} are always blocklisted (see Table H.1). Hopping table HT01 is organized in rows and columns. In a column, all frequency channels used by a W-Master and its W-Devices within a W-Sub-cycle are listed. In a row, the sequence of frequency channels used by a W-Track of a W-Master and its W-Devices is listed. HT01 additional allows blocklisting of each 1 MHz frequency channel (see 5.5.5).

The frequency hopping sequence of all W-Tracks of overlapping W-Masters shall be orthogonal to avoid transmission collisions within a W-Master. Therefore, in a cell with three W-Masters, the probability of collisions by chance is sufficiently low.

Each W-Track of an SDCI W-Master shall keep the hopping tables of all other W-Tracks of this W-Master, which enables a (e.g. roaming) W-Track to pair a W-Device to another target W-Track of this W-Master. Therefore, the target W-Track can stay in Cyclic Mode without loss of performance during pairing.

The sequence of frequency channels in HT01 is determined by the HT01 parameters listed in Table 7.

Table 7 – HT01 parameter

HT01 parameter	Definition	Remark
Col_N	Column number within the frequency hopping table HT01	The frequency channels of the sequence listed column by column, see Clause H.2.
MasterID	MasterID: The ID the W-Master is assigned to	—
Blocklist	List of unused frequency channels	An 80-bit word each bit representing a frequency channel, see 5.5.5 and Table H.1 .
Track Number	Number of W-Tracks of a W-Master	Ensures that all W-Tracks of the W-Master have non-overlapping frequency tables.
Frequency Spacing	Minimal frequency distance between different W-Tracks of a W-Master	Ensures the interference between the W-Tracks within a W-Master are minimal. For this purpose, the minimal frequency spacing between the W-Tracks of a W-Master shall be greater or equal to 3 MHz.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

The hopping sequence is calculated in the SDCI wireless Master according to the following algorithm:

- Determine possible frequencies for the W-Tracks;
- Build non-overlapping groups of frequencies;
- Build the hopping sequence depending on the MasterID.

See Clause H.2 for calculation rules and examples.

5.5.3 Alternative Hopping algorithms

Hopping algorithms other than for calculation of HT01 are not allowed. Other hopping algorithms are reserved for future use.

5.5.4 Configuration Frequencies

The frequencies f_1 and f_{80} (i.e. 2 401 MHz and 2 480 MHz) are exclusively reserved for configuration channels. They shall be used in an alternating manner to reduce frequency related interferences. The configuration frequencies cannot be blocklisted. Clause J.3 describes their utilization in detail.

5.5.5 Blocklisting

In order to mitigate interference from or to other devices in the 2,4 GHz ISM band affected frequency channels can be omitted by appending them to the blocklist (see Table H.2). It should be taken into account that the reduction of available frequency channels can compromise latency in a non-deterministic manner. See Clause H.2 for calculation rules and examples.

5.5.6 Wireless Quality

5.5.6.1 Link quality indication (LQI_M, LQI_D)

Link quality indication is a service for evaluation of the functionality and reliability of the SDCI wireless System in certain application environments. The LQI shall be calculated on the W-Master (LQI_M) as well as on the W-Device (LQI_D) Physical Layer. This service should be used during commissioning or significant changes during the running period of the SDCI wireless system. Optional it can be used during operating mode of the SDCI wireless system for monitoring the wireless environment regarding reliability.

To analyze connection quality independent from RSSI the link quality indication shall be evaluated on each W-Port. Therefore, the packet error ratio (PER) per sub cycle (PERSubCycle) and MaxRetry are used to calculate the link quality indication with Equation (3).

$$LQI = Min\left(100, a_{Max\,Retry} \times log_{10}\, PERSubCycle\right) \tag{3}$$

where

LQI is the link quality indication, expressed in percent;

$a_{Max\,Retry}$ is the the slope (see Equation (4));

$PERSubCycle$ is the Packet Error Ratio (see Equation (5)).

The LQI is interpreted in percent and the slope is calculated using MaxRetry to adjust the result to a value of 70 % for a system RFP of 10^{-9} with Equation (4)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

$$a_{Max\,Retry} = -\frac{70}{9} \times (MaxRetry + 1) \quad (4)$$

where

$a_{Max\,Retry}$ is the the slope;

$MaxRetry$ is the maximal number of retries (see C.4.4.4).

The Packet Error Ratio is calculated every 2^{12} W-Sub-cycles with Equation (5)

$$PERSubCycle = \frac{SubCycleErrorCounter}{SubCycleCounter} \quad (5)$$

where

$PERSubCycle$ is the calculated Packet Error Ratio;

$SubCycleErrorCounter$ is the counter for errors within 2^{12} W-Sub-cycles;

$SubCycleCounter$ is the counter for the W-Sub-cycles.

NOTE 1 If SubCycleCounter is less than 2^{12}, then the LQI returns 0xFF (INVALID).

The LQI vs PERSubCycle behavior for different MaxRetry is shown in Figure 35.

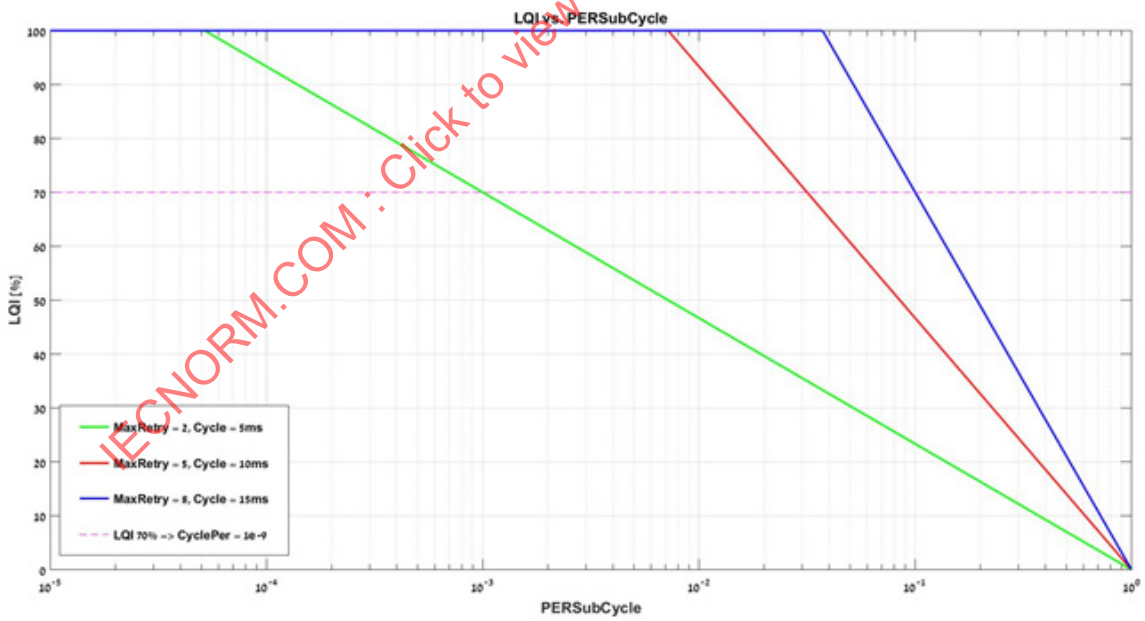


Figure 35 – LQI versus PERSubCycle for different MaxRetry

NOTE 2 In general, the LQI is only an estimate of the expected reliability, rather than a precise measurement. In certain situations, there may be a discrepancy between the reliability estimated by the LQI and the reliability actually achieved. For example, for a frequency-selective but almost static radio channel between the W-Master and the W-Device (such as multipath propagation due to many reflections and almost no moving objects in the environment), the LQI can lead to a worse estimate of reliability than can actually be achieved.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.5.6.2 Received signal strength indication (RSSI_M, RSSI_D)

The RSSI is an estimated measure of power level that a W-Master (RSSI_M) or W-Device (RSSI_D) is receiving from its counterpart. It is interpreted as an indication of arriving signal power strength at the antenna. The Values of the RSSI can be used by application as a user information.

NOTE Not all radio transceivers supports the RSSI, see C.4.8 for definition.

5.6 Physical Layer (PL) services

5.6.1 Overview

An overview of the Physical Layer (PL) and its service primitives is given in Table 8 and Figure 98. They are the interface to the higher protocol layers.

5.6.2 PL Services for W-Master

5.6.2.1 General

Subclause 5.6.2 specifies the PL Services for a W-Master that the PL provides to the System Management and to the Data Link Layer (see Figure 98 for a complete overview of all the services). Table 8 lists the assignments of W-Master to their roles as initiator or receiver for the individual PL services.

Table 8 – PL Service assignments of W-Master

Service name	Master
PL_SetTrackConfig	R
PL_SetMode	R
PL_Scan	I
PL_ScanEnd	I
PL_SetSlotConfig	R
PL_Pairing	I / R
PL_State	I
PL_Transfer	I / R
PL_QualityService	R
PL_GetHopTable	R
PL_SetHopTable	R
PL_SetWakeUpTime	R
PL_WakeUpTime	I
PL_AHTStatus	I
PL_CmdTrig	R
Key (see 3.3.5)	
I Initiator of a service	
R Receiver (Responder) of a service	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.6.2.2 PL_SetTrackConfig (W-Master)

The PL_SetTrackConfig service is used to setup the initial parameter for each W-Track on a W-Master.

The parameters of the service primitives are listed in Table 9.

Table 9 – PL_SetTrackConfig

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
ParameterList	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

ParameterList

This parameter contains the configured parameters of a Track.

Parameter Type: Record

Record Elements:

MasterID: This parameter contains the MasterID of the W-Master (see Table B.1)

Permitted values: 1-29

BlockList: This parameter contains the frequency channels which shall not be used by the W-Master. For details see Clause H.1.

Track_N: This parameter set up the internal number of a W-Track for calculation of W-Track-dependent hopping sequence. Each Track shall be numbered consecutively within a W-Master.

Permitted values: 0 to 4.

SyncTrack: This parameter defines, whether the Track is generating or receiving a W-Frame hardware synchronization signal. The synchronization signal is transferred via a hardware pin to Tracks configured as SyncTrack (NO).

Permitted values:

YES (The W-Track is generating a synchronization signal)

NO (To start its W-Sub-cycle the track is waiting for the hardware synchronization signal, which is generated by the track configured as SyncTrack (YES))

DataSyncword

DataSyncword which shall be used for data channels (see 5.3.4)

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo

This parameter contains the error information. Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.6.2.3 PL_SetMode (W-Master)

The PL_SetMode service is used to setup the mode of a W-Track and configuration for transmission power of the Physical Layer. This service can also be called during runtime to change the parameters (State ≠ Idle_0). The parameters of the service primitives are listed in Table 10.

Table 10 – PL_SetMode

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
TrackMode	M	
TxPower	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

TrackMode:

This parameter indicates the requested operational mode of the radio (see Table 11)

Permitted values: STOP, CYCLIC, SCAN, ROAMING

TxPower:

This parameter indicates the transmission power level of the W-Track.

Permitted values: 1 to 255 (See 10.10 for definition)

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo

This parameter contains the error information. Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

Table 11 specifies the coding of the different parameters.

Table 11 – Definition of parameters for Service PL_SetMode

TargetMode	Definition
STOP	Communication disabled, radio turned off
SCAN	W-Master is working in Scan Mode. (Limited performance)
ROAMING	W-Master is working in Roaming Mode. (Limited performance)
CYCLIC	W-Master is working in Cyclic Mode. (Full performance)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.6.2.4 PL_Scan (W-Master)

The PL_Scan service is used to report a new unpaired W-Device within the W-Track's proximity via indication. This is only initiated by PL if the W-Track is in roaming or scan mode. The parameters of the service primitives are listed in Table 12.

Table 12 – PL_Scan

Parameter Name	.ind
Argument	M
ParameterList	S

Argument

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

ParameterList

This parameter contains the information of the found W-Device.

Parameter Type: Record

Record Elements:

SlotType: Default type of the W-Device in uplink

Permitted values: SSLOT, DSLOT (see Table 25)

UniqueID: This parameter indicates the UniqueID of the W-Device (see Figure C.3).

RevisionID: This parameter indicates the protocol version of the found W-Device (see IEC 61131-9:2022, Figure B.4).

5.6.2.5 PL_ScanEnd (W-Master)

The PL_ScanEnd service is used to indicate the end of the Scan Mode. The parameters of the service primitive are listed in Table 13.

Table 13 – PL_ScanEnd

Parameter Name	.ind
<none>	

5.6.2.6 PL_SetSlotConfig (W-Master)

The PL-SetSlotConfig service is used to setup the slot configuration for a W-Device. If the connection to W-Device is established, only IMATime shall be changed. If the connection to W-Device is not established, all parameters can be changed.

The parameters of the service primitives are listed in Table 14.

Table 14 – PL_SetSlotConfig

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
ParameterList	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

ParameterList

Parameter Type: Record

UniqueID: This parameter indicates the UniqueID of the W-Device (see Figure C.3).

SlotType: Default type of the W-Device in uplink given through W-Device application.

Permitted values: SSLOT, DSLOT (see Table B.22)

Slot_N: This parameter contains the Slot number for the corresponding W-Device

Permitted values: 0 to 7. Each DSLOT (only on even Slots allowed) occupies 2 SSLOT's.

IMATime

This parameter contains the "I am alive" time (see C.4.4.3) for the corresponding Slot/W-Device (see 10.3 to detect COMLOST).

MaxRetry: Permitted values: Table C.9.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo

This parameter contains the error information. Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

5.6.2.7 PL_Pairing (W-Master)

This service is used to pair or unpair a W-Device from the W-Master via system management. The parameters of the service primitives are listed in Table 15.

Table 15 – PL_Pairing

Parameter Name	.req	.cnf	.ind
Argument	M		M
ParameterList	M		
Info			M
PairedUniqueID			M
Result (+)		S	
Result (-)		S	
ErrorInfo		M	

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

ParameterList

Parameter Type: Record

UniqueID: This parameter contains the UniqueID of the W-Device (see Figure C.3).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Track_N: This parameter selects the W-Track number where the W-Device should be assigned to. Used to pair a W-Device to another W-Track for example when one W-Track is in Roaming Mode.

SlotType: This parameter contains the slot type for the corresponding W-Device.

Permitted values: SSLOT, DSLOT (see Table 25)

Slot_N: This parameter contains the slot number for the corresponding W-Device

Permitted values: 0-7 SSLOT's. Each DSLOT (only on even Slots allowed) occupies 2 SSLOT's.

Method: This parameter requests the Pairing Mode which shall be used.

Permitted values:

PAIRING_BUTTON	(PL shall use the W-Frame Figure B.3 to pair a W-Device via button method)
PAIRING_UNIQUE	(PL shall use the W-Frame Figure B.3 to pair a W-Device via U-ID)
PAIRING_ABORTED	(pairing is stopped by the W-Master application)
UNPAIRING	(PL issues the MasterCommand "Unpairing" and clears the configuration of the slot given in Slot_N. No further ULinks can be received)

TargetMode: This parameter requests the mode of the W-Device to be paired

Permitted values: CYCLIC, ROAMING

Timeout: This parameter contains the timeout for a pairing attempt in seconds. See Table H.7 (definition of PAIRING_BUTTON_TIMEOUT, PAIRING_UNIQUE_TIMEOUT)

PairedUniqueID

This parameter contains the currently paired UniqueID (see C.4.7).

Info

Permitted values:

PAIRING_SUCCESS (W-Device has been paired)

PAIRING_TIMEOUT (W-Device was not paired within the time given in Timeout)

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo

This parameter contains the error information.

Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

5.6.2.8 PL_State (W-Master)

The PL_State service is used to signal the state of a running or lost connection for the W-Device on the corresponding SSLOT or DSLOT. The parameters of the service primitives are listed in Table 16.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 16 – PL_State

Parameter Name	.ind
Argument	M
PLInfo	M

Argument

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

PLInfo:

This parameter contains the bit coded status of the connection for each Slot.

Bit 0 represents Slot_N 0. Bit 7 represents Slot_N 7

Bitvalues: 0: COMLOST (W-Device has no or lost connection to its W-Master)

1: SYNCED (W-Device is synchronized with its W-Master)

5.6.2.9 PL_Transfer (W-Master)

The PL-Transfer service is used to exchange the data between Data Link Layer and Physical Layer. The generation of the ACK-Bits for each W-Device is handled in PL (see Clause B.6). The parameters of the service primitives are listed in Table 17.

Table 17 – PL_Transfer

Parameter Name	.req	.ind
Argument	C	M
PreDIData	M	
Data	M	C
DataLength	M	C
ULinkType		C
Slot_N		C
Acknowledge		C
WFrameComplete		C
Result (+)		
Result (-)		
ErrorInfo		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

PreDIData

This parameter contains the data of the Pre-Downlink part

DataLength 2 octets

Data

This parameter contains the data which are transferred from / to the PL (radio interface). Data contains one or more W-Message(s) (control octet + corresponding data).

DataLength

This parameter contains the length of transmitted data, dependent on the direction (DLink or ULink) and the uplink type.

Ranges: PL_Transfer.req: up to 37 octets in FULLDOWNLINK (data from W-Master to W-Device)

PL_Transfer.ind: 2 octets (data from W-Device to W-Master, SSlot-Format)

PL_Transfer.ind: 15 octets (data from W-Device to W-Master, DSlot-Format)

ULinkType:

This parameter contains the type of ULink. Permitted values:

DATA (regular ULink received, see Clause B.4. Regular uplink Frame Annex B).

NOUPLINK (no ULink received)

IMA (IMA ULink received, see Figure B.8 and Figure B.9 and IMA-uplink packet Annex B).

Slot_N:

This parameter contains the Slot_N to assign the received ULink to the corresponding W-Port (see 6.2.2 TD-Mapper)

Acknowledge

This parameter indicates whether the last DLink has been confirmed by W-Device or not. PD handler, Event handler and OD handler needs the Acknowledge from PL to decide, if a retransmit of data for the corresponding W-Device is needed or not.

WFrameComplete:

This parameter indicates that the W-Frame has been completed (all ULinks have been processed). The Message handler needs this information to start the assembly of the next downlink.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service request has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

StatusErrorInfo

This parameter contains the error information.

Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

5.6.2.10 PL_QualityService (W-Master)

The PL_QualityService is used to request the current quality of the wireless connection between the W-Master W-Track and the corresponding W-Device (see 5.5.6.1). The parameters of the service are listed in Table 18.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 18 – PL_QualityService

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
Slot_N	M	
Result (+)		S
LQI_M		M
RSSI_M		M
LQI_D		M
RSSI_D		M
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

Slot_N: This parameter indicates the selected Slot_N with its corresponding W-Device.

Permitted values: 0 to 7.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

LQI_M

Permitted Values: 0 to 100 %, INVALID see C.4.8.

RSSI_M

Permitted Values: -128 to 20, INVALID see C.4.8.

LQI_D

This parameter contains the link quality of the W-Device, delivered via the IMA-uplink packet

Permitted Values: 0 to 100 %, INVALID see C.4.8.

RSSI_D

This parameter contains the RSSI of the W-Device. delivered via the IMA-uplink packet

Permitted Values: -128 to 20, INVALID see C.4.8.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo

This parameter contains the error information.

Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.6.2.11 PL_GetHopTable (W-Master)

The PL_GetHopTable service is used to get the hopping table from the PL to the AHT handler in SM for channel monitoring, see 9.3.3.2.4. The parameters of the service primitives are listed in Table 19.

Table 19 – PL_ GetHopTable

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
Track_N	M	
Result (+)		S
Data		M
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

Track_N:

This parameter selects the W-Track number of which to read the hopping table values. Used to read all the hopping table values from any W-Track, see C.4.10.

Permitted values: 0-4

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Data

Parameter type: 78 octets

This parameter contains the used hopping table sequence in PL (see B.3.4).

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo

This parameter contains the error information. Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

5.6.2.12 PL_SetHopTable (W-Master)

The PL_SetHopTable service is used to set the new hopping table in W-Master PL W-Track.

The parameters of the service primitives are listed in Table 20.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 20 – PL_ SetHopTable

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
Track_N	M	
UpdateType	M	
Index	M	
Data		
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

Parameter Type: Record

Track_N: This parameter contains the W-Track number of which to set the hopping table values. Used to set the hopping table values for any W-Track, see 5.5.2.

Permitted values: 0 to 4

UpdateType: This parameter contains the type of update, for the usage of UpdateType, Index and data see Clause H.4.

Permitted values:

FULL_TABLE

DELETE_CELL

ADD_CELL

REPLACE_CELL

Index: This parameter contains the index of the changed cell in the hopping table. Permitted values: 0, 1 to 78

Data: This parameter contains the value/s to replace/add.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo

This parameter contains the error information. Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

5.6.2.13 PL_SetWakeUpTime (W-Master)

The PL_SetWakeUpTime service is used to set a countdown in the PL with the value WakeUpTime. The parameters of the service primitives are listed in Table 21.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 21 – PL_SetWakeUpTime

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
WakeUpTime	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

WakeUpTime: contains the WakeUpTime in W-Sub-cycles to set in PL.

Permitted values: 0 to 16 777 215 (3 octets).

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo

This parameter contains the error information. Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

5.6.2.14 PL_WakeUpTime (W-Master)

The PL_WakeUpTime service indicates the current WakeUpTime from the PL. The AHT handler sends the WakeUpTime to the corresponding W-Device via ISDU. The parameters of the service primitives are listed in Table 22.

Table 22 – PL_WakeUpTime

Parameter Name	.ind	.rsp
Argument	M	
WakeUpTime	M	
Slot_N	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

WakeUpTime: contains the WakeUpTime in W-Sub-cycles to set to the W-Device.

Permitted values: 0 to 16 777 215 (3 octets).

Slot_N: This parameter indicates the selected Slot_N with its corresponding W-Device.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Permitted values: 0 to 7.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo

This parameter contains the error information. Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

5.6.2.15 PL_AHTStatus (W-Master)

The PL_AHTStatus service is used to indicate to the AHT handler the status of hopping table update, see 9.3.3.2.4. The parameters of the service primitives are listed in Table 23.

Table 23 – PL_ AHTStatus

Parameter Name	.ind	.rsp
Argument	M	
Status	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

Status: contains the update status.

Permitted values:

JUMP_SUCCESS (Update completed successfully)

WAKE_UP_ABORT (low energy W-Device did not wake up)

JUMP_FAIL (W-Device did not acknowledge JUMP command)

STOP (PL W-Track has stopped)

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo

This parameter contains the error information. Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.6.2.16 PL_CmdTrig (W-Master)

The PL_CmdTrig service is used to communicate real time actions to the PL from the command handler, see Clause H.4. The parameters of the service primitives are listed in Table 24.

Table 24 – PL_CmdTrig

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
Command	M	
Result (+)		S
WakeUpTime		S
JumpAction		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

Command: contains the action to perform in PL.

Permitted values:

WAKE_UP_TIME (triggers the PL to deliver the current WakeUpCountdown value)

W_DEVICE_AWAKE (indicates low energy W-Device sent IMA at WakeUpTime)

W_DEVICE_NOT_AWAKE (indicates low energy W-Device did not send IMA)

JUMP (switch to new hopping table, starting with Hop-1 frequency)

JUMP_FAIL (W-Device did not acknowledge JUMP command)

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

WakeUpTime: WakeUpTime value of the corresponding low energy W-Device in W-Sub-cycles, received for WAKE_UP_TIME command.

Permitted values: 0 to 16 777 215 (3 octets).

JumpAction: Informs the command handler if low power W-Devices are awake and which action to invoke, received for W_DEVICE_AWAKE/NOT_AWAKE command.

Permitted values:

JUMP (all low energy W-Devices are awake)

WAKE_UP_ABORT (a low energy W-Device did not wake up)

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.6.3 PL Services for W-Device

5.6.3.1 Overview (W-Device)

Subclause 5.6.3 specifies the PL Services for a W-Device that the PL provides to the System Management and to the Data Link Layer (see Figure 94 for a complete overview of all the services). Table 25 lists the assignments of W-Device to their roles as initiator or receiver for the individual PL services.

Table 25 – PL Service assignments of W-Device

Service name	W-Device
PL_SetMode	R
PL_Pairing	I / R
PL_State	I
PL_Transfer	I / R
PL_QualityService	R
PL_SetHopTable	R
PL_SetWakeUpTime	R
PL_CmdTrig	R
Key (see 3.3.5) I Initiator of service R Receiver (Responder) of service	

5.6.3.2 PL_SetMode (W-Device)

The PL-SetMode service is used to set up the radio characteristics and configurations for startup of the Physical Layer.

This service can also be called during runtime (State ≠ Idle_0) to change the following parameters only:

DownlinkType, TxPower and MaxRetry. The parameter "TargetMode: STOP" can also be called during runtime to deactivate radio. All other parameters shall be ignored during runtime. The parameters of the service primitives are listed in Table 26.

Table 26 – PL_SetMode (W-Device)

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
ParameterList	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

This parameter contains the configured identification parameter for the W-Device's PHY and MAC layer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ParameterList

Parameter Type: Record

Record Elements:

TargetMode: This parameter indicates the requested operational mode of the radio (see Table 27).

Permitted values: STOP, STOP_KEEP, START

UniqueID: This parameter contains the UniqueID of the W-Device (see Figure C.3).

SlotType: Default type of the W-Device in uplink given through W-Device application.

Permitted values: SSLOT, DSLOT (see Table B.22)

DownlinkType: Type of the W-Device in downlink given through W-Device application.

Permitted values: PRE_DOWNLINK, FULL_DOWNLINK (see Table 27)

TxPower: Permitted values: 1 to 31 (see Table C.10)

MaxRetry: Permitted values: Table C.9.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

Table 27 specifies the coding of the different parameters.

Table 27 – PL_SetMode coding of Parameters

Parameters	Definition
STOP	Communication disabled; radio turned off
STOP_KEEP	Communication disabled; radio turned off. Keep Connection Parameter.
START	Start radio in Cyclic Mode. W-Device is or can be paired to a W-Master permanently or temporarily (Method shall be selected by W-Master)
PRE_DOWNLINK	W-Device is listening for a Pre-Downlink part (reduced receive-on time for low energy W-Devices) only when connected
FULL_DOWNLINK	W-Device is listening for a Full-Downlink packet when connected

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.6.3.3 PL_Pairing (W-Device)

This service is used to pair / unpair a W-Device from its W-Master via system management or by MasterCommand. The parameters of the service primitives are listed in Table 28.

Table 28 – PL_Pairing (W-Device)

Parameter Name	.req	.ind	.cnf
Argument	M	M	
Method	M		
Info		M	
Result (+)			S
Result (-)			S
ErrorInfo			M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

Method:

This parameter indicates the selected Pairing Mode.

Permitted values: PAIRING_BUTTON, UNPAIRING.

Info:

Permitted values:

TIMEOUT (W-Device got no pairing request by W-Master within the time given in Timeout) see Table H.7.

PERMANENT (W-Device has been paired permanently)

TEMPORARY (W-Device has been paired temporary (roaming))

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

5.6.3.4 PL_State (W-Device)

The PL_State service is used to indicate the pairing states of the Physical Layer after its startup or signals the state of a running or lost connection. The parameters of the service primitives are listed in Table 29.

Table 29 – PL_State (W-Device)

Parameter Name	.ind
Argument	M
PLInfo	M

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

PLInfo:

This parameter contains the status Information of the Physical Layer

Permitted values:

UNPAIRED	W-Device is unpaired
PAIRED	W-Device is paired
SYNCED	W-Device is synchronized with its W-Master
COMLOST	W-Device has no or lost connection to its W-Master

5.6.3.5 PL_Transfer (W-Device)

The PL-Transfer service is used to exchange the data between Data Link Layer and Physical Layer. The generation of the ACK-Bits for the W-Device is handled in PL (see Clause B.6). The parameters of the service primitives are listed in Table 30.

Table 30 – PL_Transfer (W-Device)

Parameter Name	.req	.ind
Argument	C	M
Data	M	M
DataLength	M	M
Acknowledge		M
SlotType		M
Result (+)		
Result (-)		
ErrorInfo		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

The service-specific parameters of the service request are transmitted in the argument.

Data:

This parameter contains the data which is transferred from / to the PL.

DataLength:

This parameter contains the length of transmitted data, dependent on the direction and uplink type.

Ranges:

PL_Transfer.ind:	0 to 37 octets (data from W-Master to W-Device)
PL_Transfer.req:	0 to 2 octets (data from W-Device to W-Master, SSlot-Format)
PL_Transfer.req:	0 to 15 octets (data from W-Device to W-Master, DSlot-Format)

PL_Transfer.req with DataLength = 0 causes the PL to send an IMA-uplink packet.

Acknowledge:

This parameter indicates whether the last ULink has been confirmed by W-Master or not. PD handler, Event handler and OD handler need the Acknowledge from PL to decide if a retransmit of data is needed or not.

SlotType:

The current slot type, used to compute the uplink packet size

Result (+):

This selection parameter indicates that the service request has been executed successfully.

Result (-):

This parameter contains supplementary information on the transfer status.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

5.6.3.6 PL_QualityService (W-Device)

The PL_QualityService is used to request the actual quality of the wireless connection from PL. The Service response with the link quality in percent (calculation see 5.5.6) and the RSSI of the W-Device.

The parameters of the service are listed in Table 31.

Table 31 – PL_QualityService (W-Device)

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	C	
<none>		
Result (+)		S
LQI_D		M
RSSI_D		M
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

This service has no parameter for PL.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

LQI_D

Permitted Values: 0 to 100 %, INVALID see C.4.8.

RSSI_D

Permitted Values: -128 to 20, INVALID see C.4.8.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo

This parameter contains the error information.

Permitted values:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

5.6.3.7 PL_SetHopTable (W-Device)

The PL_SetHopTable service is used to set the new hopping table in W-Device PL.

The parameters of the service primitives are listed in Table 32.

Table 32 – PL_ SetHopTable

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
UpdateType	M	
Index	M	
Data	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

Parameter Type: Record

UpdateType: This parameter contains the type of update for the usage of UpdateType, Index and data. See Clause H.4.

Permitted values:

FULL_TABLE

DELETE_CELL

ADD_CELL

REPLACE_CELL

Index: This parameter contains the index of the changed cell in the hopping table.

Permitted values: 0, 1 to 78

Data: This parameter contains the value/s to replace/add.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo

This parameter contains the error information.

Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.6.3.8 PL_SetWakeUpTime (W-Device)

The PL_SetWakeUpTime service is used to deliver the WakeUpTime of low energy W-Device from the AHT handler to the PL. The parameters of the service primitives are listed in Table 33.

Table 33 – PL_SetWakeUpTime

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
WakeUpTime	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

WakeUpTime: contains the WakeUpTime in W-Sub-cycles to set in PL.

Permitted values: 0 to 16 777 215 (3 octets).

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo

This parameter contains the error information. Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

5.6.3.9 PL_CmdTrig (W-Device)

The PL_CmdTrig service is used to communicate real time actions in PL triggered by Command handler. PL_CmdTrig delivers the WakeUpTime value. The parameters of the service primitives are listed in Table 34.

Table 34 – PL_CmdTrig

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
Command	M	
Result (+)		S
WakeUpTime		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Command: contains the action to perform in PL.

Permitted values:

WAKE_UP_TIME (triggers the PL to deliver the WakeUpTime to Cmd handler)

JUMP (switch to new hopping table, starting with Hop-1 frequency)

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

WakeUpTime: WakeUpTime value received from the W-Master in W-Sub-cycles.

Permitted values: 0 to 16 777 215 (3 octets).

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo

This parameter contains the error information. Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

5.7 Physical Layer PL protocol

5.7.1 Usage of the Configuration Channel

5.7.1.1 General

The Configuration channel is available only when one W-Track is configured to ServiceMode. Only in this mode, scan, pairing and roaming activities are possible. The following figures are based on the method where every 5th W-Sub-cycle is substituted with a configuration message on the configuration frequencies. All other W-Frames are transmitted on the regular frequency channels from the frequency hopping table. Figure 36 shows the usage of the Configuration Channels.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

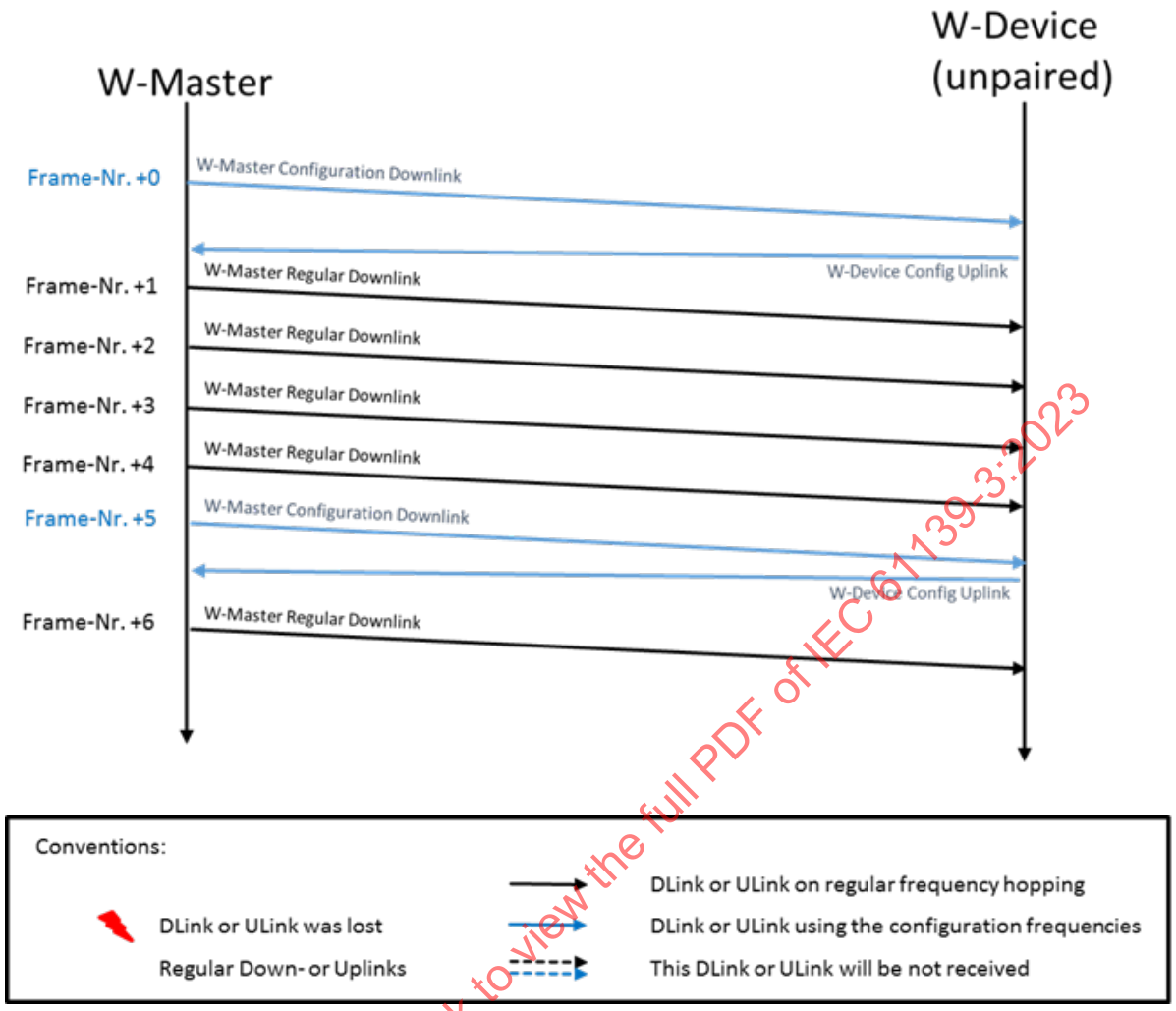


Figure 36 – Usage of the Configuration Channels

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.7.1.2 Configuration sequence and retry handling for Scan

Figure 37 describes the sequence for a discovery procedure. The W-Master sends a Scan Request downlink (see Figure B.2) on each configuration W-Sub-cycle with a continuously incremented request number (Request_N).

If an unpaired W-Device receives the Scan Request, it shall respond with a Scan Response uplink (see Figure B.10) on W-Sub-cycle X. X is calculated with Equation (6).

$$X = Request_N + Frame_N \tag{6}$$

where

X is the W-Sub-cycle, in which the unpaired W-Device shall respond with a Scan Response uplink;

$Request_N$ is the continuously incremented request number of the Scan Request Downlink;

$Frame_N$ is the is the number of configuration W-Sub-cycles to wait between the first received Scan request and the transmission of the Scan Response.

Frame_N is calculated with Equation (7).

$$Frame_N = \left(\sum_{i=1}^{9} UniqueID(i) \right) \bmod (30) \quad (7)$$

where

$Frame_N$ is the is the number of configuration W-Sub-cycles to wait between the first received Scan request and the transmission of the Scan Response;

$UniqueID$ is the UniqueID of the W-Device (see Figure B.3).

A W-Device shall, irrespective to its Slot Type, respond always as a DSlot in an even Slot. The slot number the W-Device shall use, has to be calculated according to Equation (8).

$$Slot_N = 2 \times \left(\sum_{i=1}^{9} UniqueID(i) \right) \bmod (4) \quad (8)$$

where

$Slot_N$ is the…, expressed in …;

$UniqueID$ is the UniqueID of the W-Device (see Figure B.3).

The W-Master acknowledges the reception of Scan Response by setting the corresponding ack-bit in the next Scan Request. In order to avoid ambiguity, the next Scan Request includes also the received UniqueID of the W-Device (see Figure B.3). If a W-Device does not receive an ACK for its scan response it shall not use the next configuration W-Sub-cycle for retry transmission because this could cause further packet collusions. The retry shall be generated after a random number (in the range of 2 to 31) of configuration W-Sub-cycles instead.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

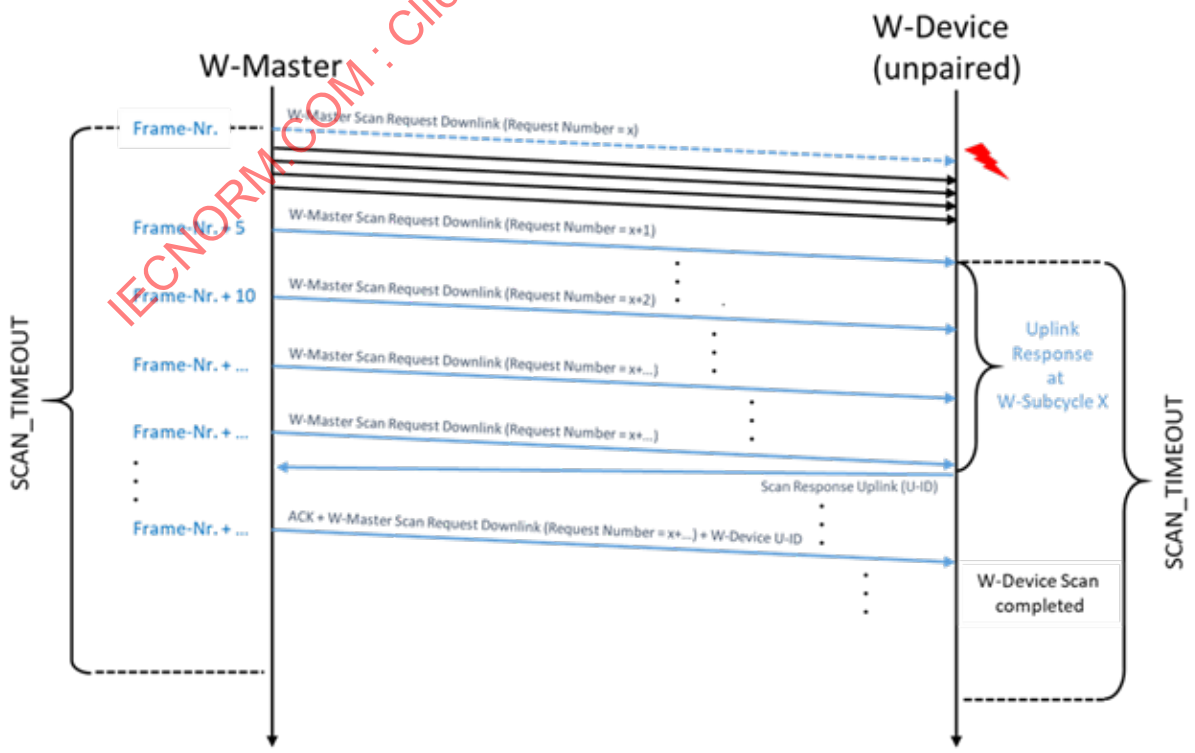


Figure 37 – Configuration sequence for Scan

A W-Device shall not reply twice on Scan Requests of the same W-Master within the same SCAN_TIMEOUT interval.

5.7.1.3 Configuration sequence and retry handling for pairing by UniqueID

Figure 38 describes the sequence for pairing by UniqueID. W-Master sends ConnectionParameter via

- Pairing Request downlink (Roaming Flag = 0), see Figure B.3;
- Negotiation 1 Request downlink packet, see Figure B.4;
- Negotiation 2 Request downlink packet, see Figure B.5.

Unpaired W-Device receives the pairing request and if the requested UniqueID is identical to the W-Device UniqueID, shall reply with Response ULinks according to this sequence:

- Pairing Response uplink packet, see Figure B.11.
- Negotiation Response uplink packets 1 and 2, see Pairing Negotiation uplink packet Figure B.12.

If a pairing DLink or a ULink was lost, the Data shall be retransmitted in the next configuration W-Sub-cycle. The maximal number of all retransmissions within a service request is given by the timeout of the corresponding service (see Table H.7).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

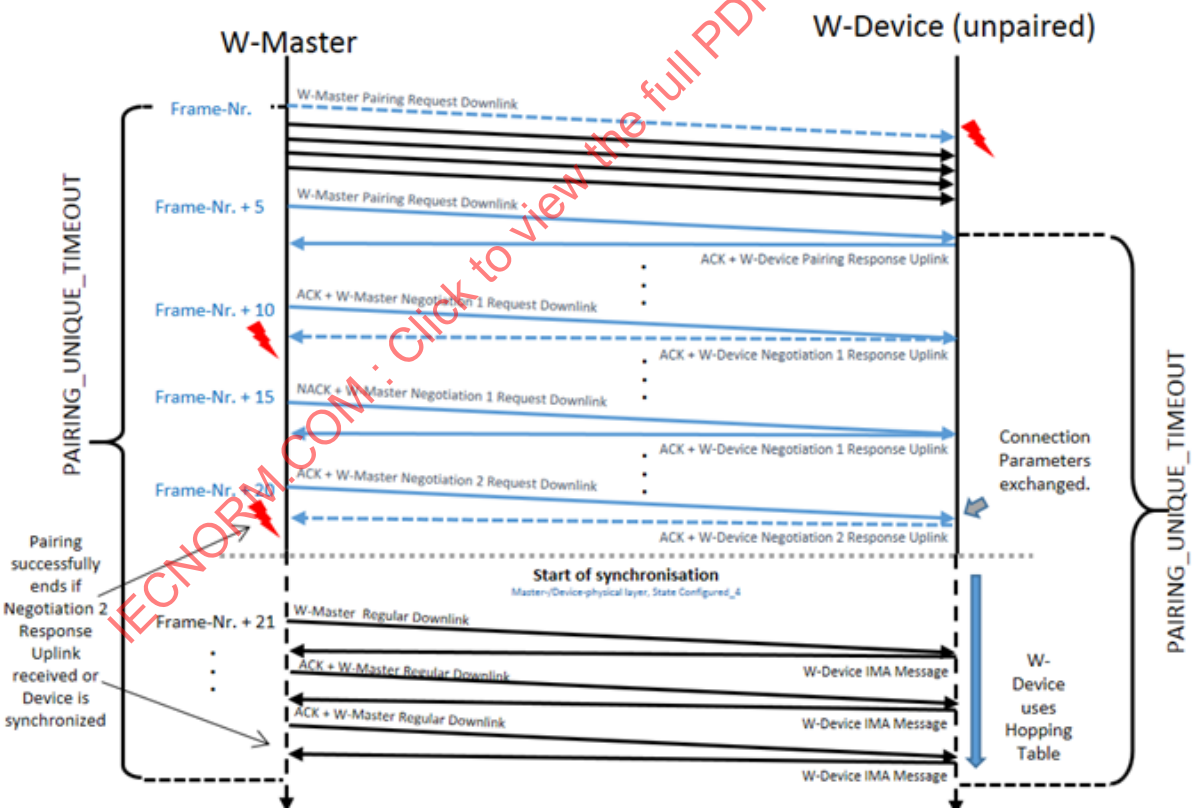


Figure 38 – Configuration sequence for pairing by UniqueID

5.7.1.4 Configuration sequence for pairing by Button

Figure 39 describes the sequence for pairing by Button. If pairing by Button is active the W-Master sends ConnectionParameter via:

- Pairing Request downlink, see Figure B.3.
- Negotiation 1 Request downlink, see Figure B.4.

- Negotiation 2 Request downlink, see Figure B.5.

If the unpaired W-Device has been activated by the pairing button and it receives a pairing request, then the W-Device responds with uplinks according to this sequence:

- Pairing Response uplink, see Figure B.11,
- Negotiation Response uplink 1 and 2, see Pairing Negotiation uplink Packet Figure B.12.
- If a pairing DLink or a ULink was lost, the Data shall be retransmitted in the next configuration W-Sub-cycle. The maximal number of all retransmissions within a service request is given by the timeout of the corresponding service (see Table H.7).

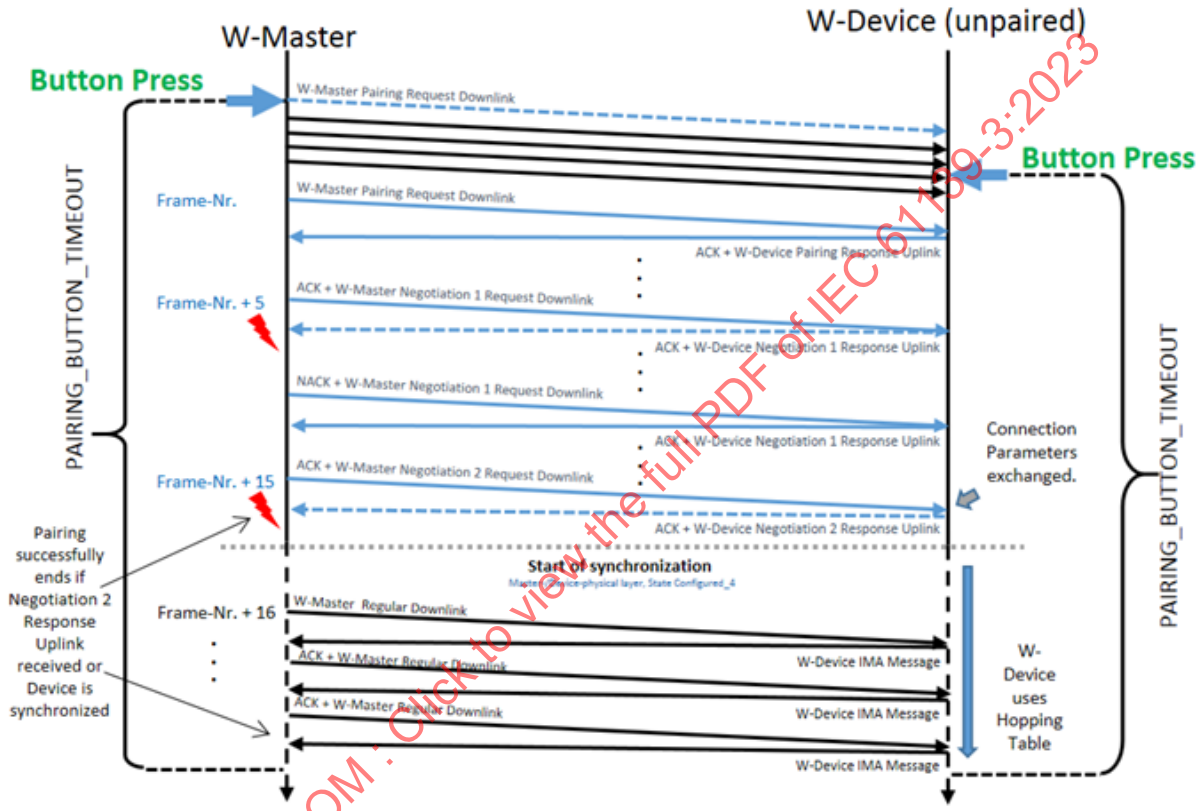


Figure 39 – Configuration sequence for pairing by Button

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.7.1.5 Message Sequence Chart for Roaming

Figure 40 describes the "Handover Connect" sequence for a temporary connection in Roaming Mode.

A W-Master W-Track in Roaming Mode shall regularly scan for unpaired W-Devices (see 5.7.1.2).

If an unpaired W-Device shall be temporarily paired in Roaming Mode, the W-Master executes a Pairing by UniqueID (see 5.7.1.2, Configuration sequence for pairing by UniqueID) with Roaming Flag = 1 (Pairing Request downlink, see Figure B.3).

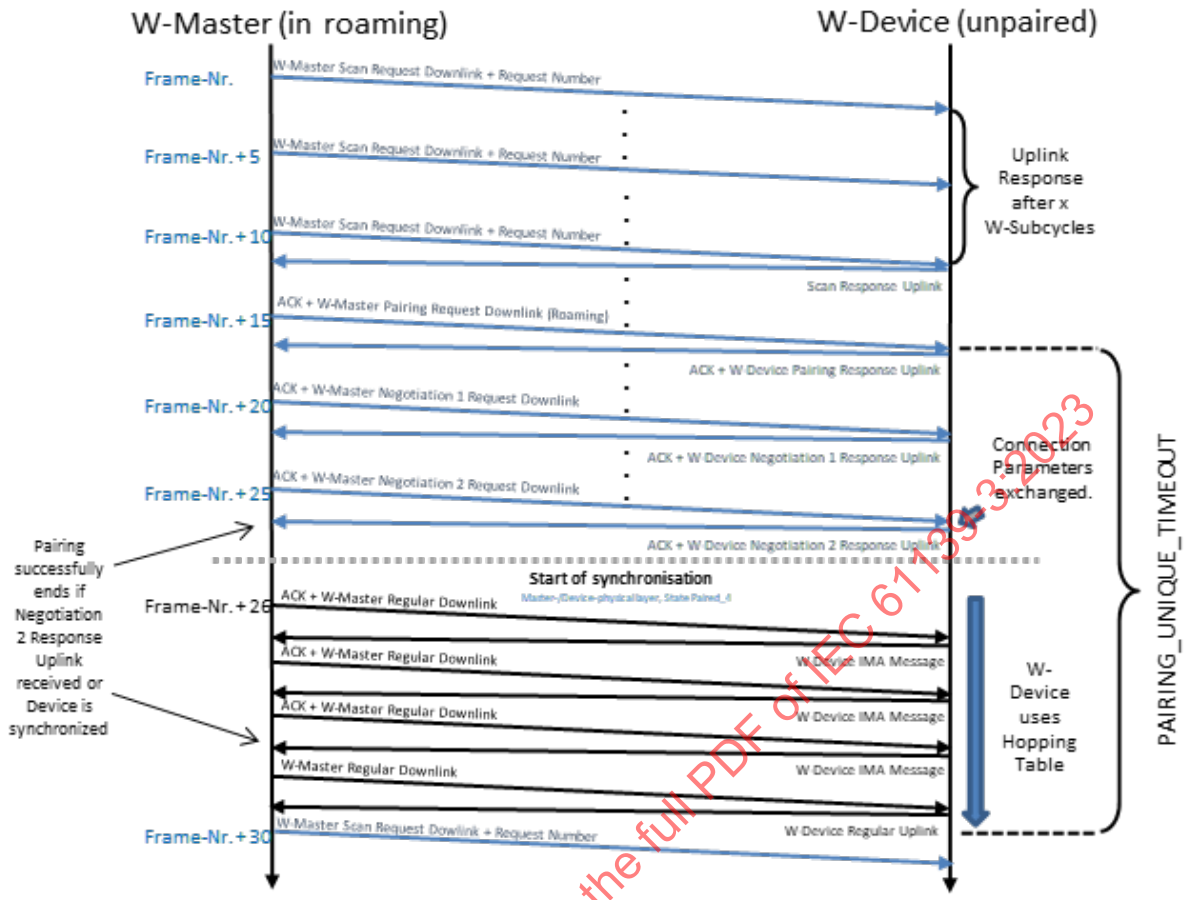


Figure 40 – Message Sequence Chart for Roaming

5.7.2 PL W-Master state machine

5.7.2.1 General

Figure 41 shows the main state machine of the W-Master Physical Layer. This state machine describes initialization and starting of the Physical Layer. The sub state machines CyclicMode_2 and RoamingMode_3 (Figure 42) handles operation of the Physical Layer in Cyclic and Roaming Modes. The only operational difference between the sub state machines is the usage of the scanning mode (Sub State machine Mode_Scan_12) in permanent (Roaming) and "on request" (Cyclic) manner.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

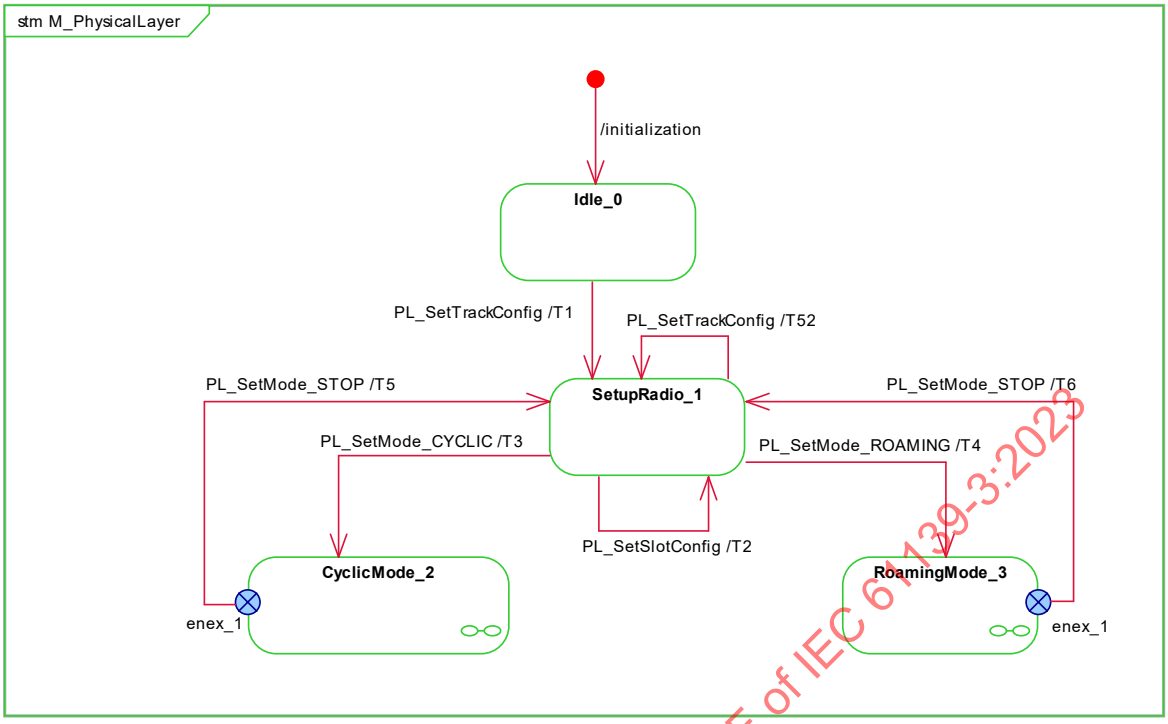


Figure 41 – PL W-Master state machine

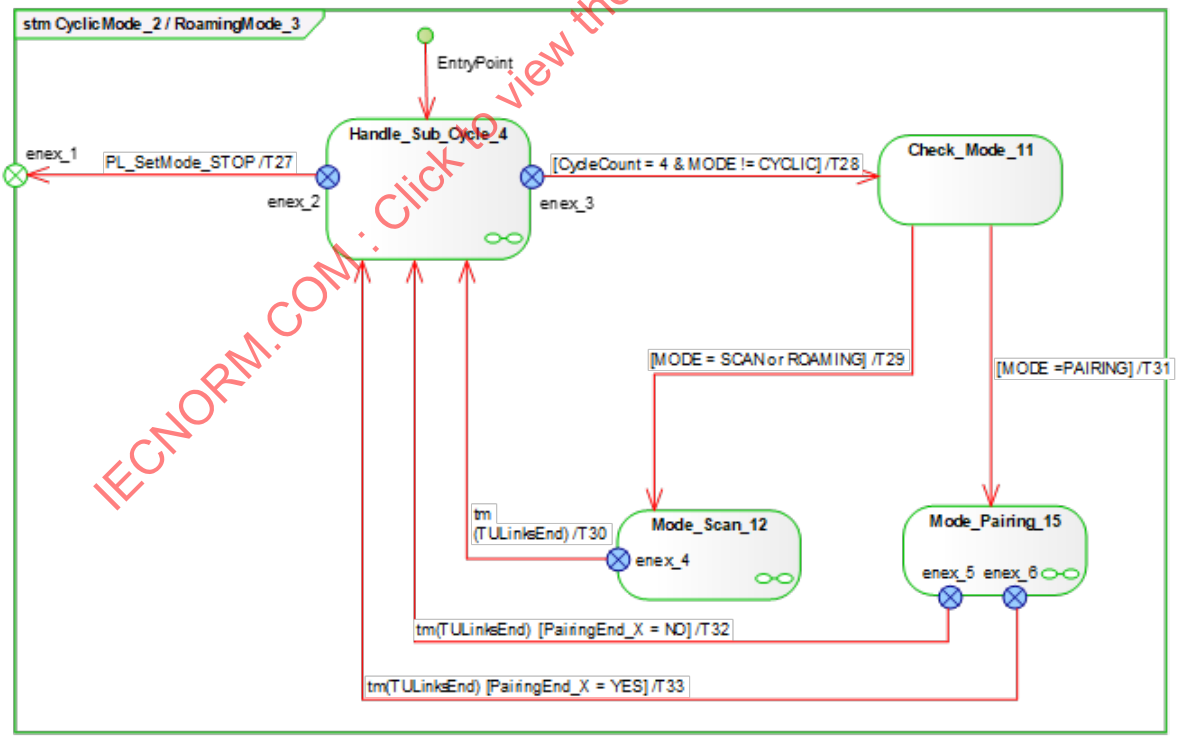
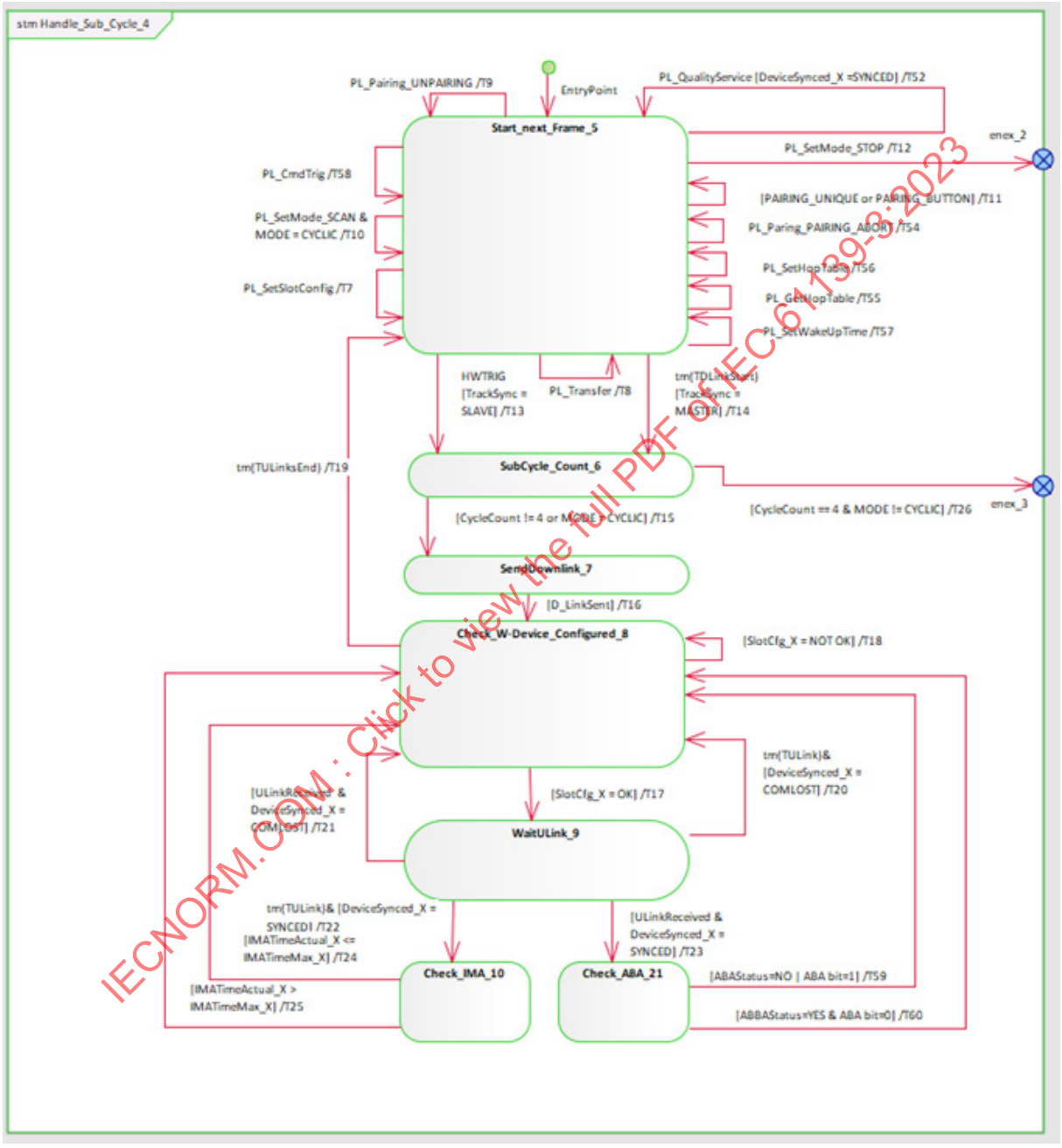


Figure 42 – Submachine of CyclicMode_2 or RoamingMode_3 of W-Master Physical Layer

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.7.2.2 Submachine of Handle_Sub_Cycle_4 of W-Master Physical Layer

The Handle_Sub_Cycle_4 sub state machine (Figure 43) handles timing control within each sub cycle, transmission of the downlink, reception of the uplink packets and handling of the IMA timeouts for all configured Devices. This state machine triggers the Scan if the activation is requested by the PL_SetMode.req service or in case the W-Master Track is set in to Roaming Mode. It triggers also pairing if the Pairing.req service invoked.



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 43 – Submachine of Handle_Sub_Cycle_4 of W-Master Physical Layer

5.7.2.3 Submachine for Mode_Scan_12

The Mode_Scan_12 (Figure 44) sub state machine handles transmission of the scan request telegrams to all not configured W-Devices and collects the scan responses.

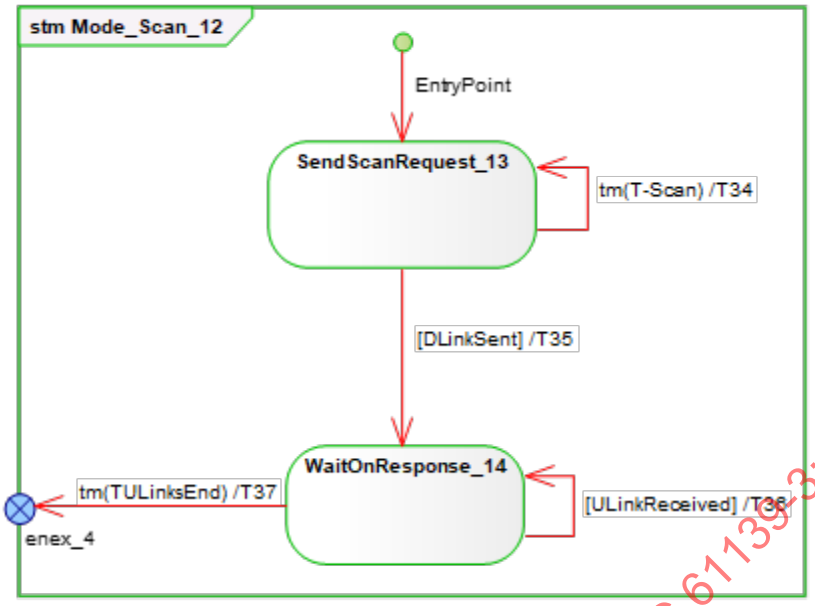


Figure 44 – Submachine for Mode_Scan_12

5.7.2.4 Submachine for Mode_Pairing_15

The Mode_Pairing_15 (Figure 45) sub state machine handles the pairing procedure of the unpaired W-Devices. The pairing itself is divided into three steps, the pairing request, and two pairing negotiation steps.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

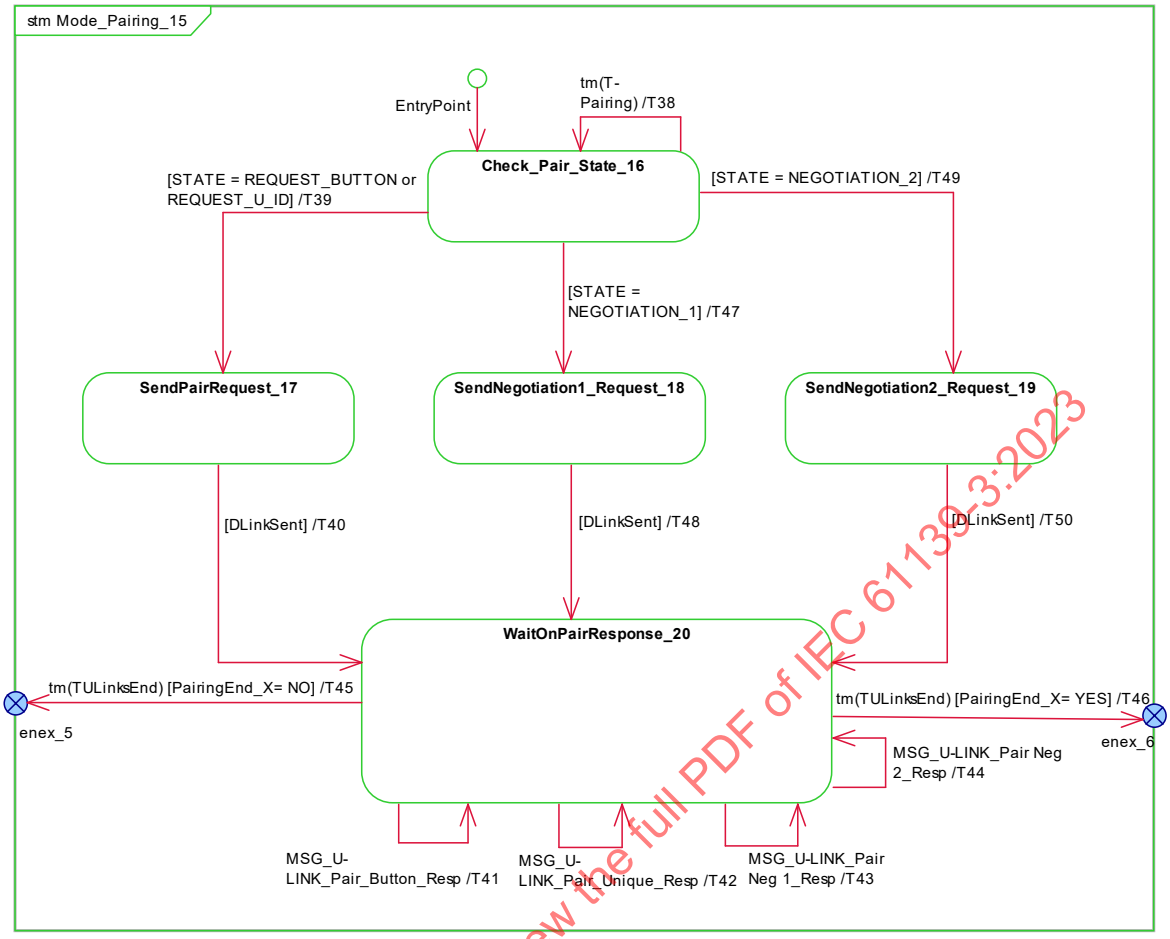


Figure 45 – Submachine for Mode_Pairing_15

Table 35 shows the state transition tables of the W-Master Physical Layer.

Table 35 – State transition tables of the W-Master Physical Layer

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Idle_0	Waiting for activation by SM_SetTrackConfig via PL_SetTrackConfig service.
SetupRadio_1	Initialisation and setup of the radio transceiver (W-Track) for radio operation as specified in 5.2 to 5.5 and H.2 Annex H (HoppingTable) Set up the slot configuration for the slot given in Slot_N via service PL_SetSlotConfig: UniqueID: the UniqueID of the W-Device which will be connected to this SSlot or DSlot. Slot_N: points to the timing slot within the TDMA slot assignment (See Figure 31 Format of a W-Sub-cycle with DSlots and Figure 32 Slots and DSlots). SlotType: indicates the length of ULink (See Figure B.6 and Figure B.7). IMATime: contains the I am alive time (see C.4.4.3) to detect COMLOST.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
CyclicMode_2	Cyclic W-Frame exchange between W-Master and W-Devices in CyclicMode: The state performs the creation of the W-Frames, starting with the transmission of DLink and the handling of ULinks. After each W-Frame (all ULinks processed) this state changes the radio frequency to the next frequency specified by the frequency hopping table.
RoamingMode_3	Cyclic W-Frame exchange between W-Master and W-Devices in RoamingMode: Perform the creation of each W-Frame, starting with the transmission of DLink and the reception of ULinks. After each W-Frame (all ULinks processed) this state changes the radio frequency to the next frequency given by the frequency hopping table. At every 5th W-Sub-cycle, the frequency given by the hopping table is overwritten by one of the configuration frequencies in an alternating sequence. Due to the Scan Request downlinks every 5th W-Sub-cycle, the cyclic data channel availability at a cycle time of 5 ms can be affected. Therefore, it is recommended to use W-Devices with a W-Cycle of minimum 10 ms within a roaming W-Track.
SM: Handle_SubCycle_4	This Submachine cyclically transmits the W-Frames (DLink payload and processing of all ULinks). It is used by State „CyclicMode_2" and "RoamingMode_3", dependent on PL_SetMode(Cyclic or Roaming), see T3 and T4. Furthermore, this state generates a trigger to handle every 5th Frame for the Modes SCAN, PAIRING and ROAMING, selected by service PL_SetMode in state „Start_next_Frame_5".
SM: Start_next_Frame_5	This state loads the data from MH (reported via service PL_Transfer) to the payload data of the DLink (see Figure B.1). If MH has no data to send (PL_Transfer hasn‘t be called), set the payload data to 0 (DLink without data). Get the next frequency which shall be used for the following DLink from the frequency table.
SM: SubCycle_Count_6	This state is used to trigger every 5th W-Frame for the Modes SCAN, PAIRING and ROAMING.
SM: SendDownlink_7	Sending of the regular downlink over the air on the frequency selected in state "Start_next_Frame_5".
SM:Check_W-Device_Configured_8	This state checks, if the actual Slot (W-Device) is configured.
SM: WaitULink_9	Waiting for the reception of the actual uplink transmission until the uplink packet has been received or the Timer T_{TUlink} exceeds (See Figure B.6 and Figure B.7). NOTE The CRC 32 calculation of a cyclic ULink considers the DeviceDistinguishingID of this slot (_X) (see Clause B.7 Pre-set value for cyclic ULink).
SM: Check_IMA_10	This state handles the IMA supervision for the actual Slot, since the W-Device is synchronized but uplink packet has not been received.
SM: Check_Mode_11	This state is called every 5th W-Sub-cycle for the Modes SCAN, PAIRING and ROAMING to select the DLink which shall be sent on a configuration frequency.
SM: Mode_Scan_12	This submachine handles the DLink and ULinks for Scan Mode.
SM: SendScanRequest_13	This state handles the generation of the Scan Request downlink (see B.3.2 Scan downlink)
SM: WaitOnResponse_14	This state handles the reception of the Scan response uplinks (up to four Scan responses are possible, see B.5.2. Scan Response uplink packet)
SM: Mode_Pairing_15	This substate machine handles the Pairing Mode.
SM: Check_Pair_State_16	This state handles the generation of the next Pairing downlink depending on the Pairing „STATE"

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
SM: SendPairRequest_17	This state handles the transmission of the Pairing Request downlink (see B.3.3. Pairing Request downlink). If STATE = REQUEST_BUTTON, use „Pairing by Button" DLink, see Figure B.3. Pairing by Button If STATE = REQUEST_U-ID, use „Pairing by UniqueID" DLink, see Figure B.3.
SM: SendNegotiation1_Request_18	This state handles the transmission of the Pairing Negotiation 1 downlink (see Figure B.4. Negotiation 1 downlink)
SM: SendNegotiation2_Request_19	This state handles the transmission of the Pairing Negotiation 2 downlink (See Figure B.5. Negotiation 2 downlink)
SM: WaitOnPairResponse_20	This state handles the reception of the Pairing response uplink packet.
SM: Check_ABA_21	This state handles the ABA supervision for the actual Slot, checks the ABAStatus and ABA bit.

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	Activation of PL by System Management via PL_SetTrackConfig. Calculate the frequency hopping table dependent on the parameters MasterID, BlockList and Track_N (see Clause H.2.: Creation of frequency hopping table HT01 with care to blocklisting). Setting the internal variable TrackSync = YES or NO (see 5.6.2.2 PL_SetTrackConfig)
T2	1	1	Activation by System Management through PL_SetSlotConfig(ParameterList). PL_SetSlotConfig prepares the corresponding Slot "_X" given in Slot number (Slot_N) for a proper connection in the following way: Slot_N: Points to the receive time within the TDMA slot assignment (See Figure 31 and Figure 32) UniqueID: The last 4 octets of the UniqueID (Device Distinguishing ID) is used as final XOR of the CRC32 checksum (see Clause B.7) SlotType: Defines the length of the ULink (see Figure 29 and Figure 30) to setup the transceiver receive length. IMATime: Defines the number of W-Sub-cycles to observe the presence of the W-Device (see C.4.4.3 for encoding). Set SlotCfg_X = OK. PL_SetMode shall return PARAMETER_CONFLICT if the SlotType is DSlot and Slot_N is not even.
T3	1	2	Activation by System Management through PL_SetMode(CYCLIC). Set internal variable Mode = CYCLIC. Set CycleCount = 0. Set radio Tx power for the transceiver. Start Timer $T_{DLinkStart}$ with the value of M_SWITCH_TX_RX (208 µs), see Table 1.
T4	1	3	Activation by System Management through PL_SetMode(ROAMING). Set internal variable Mode = ROAMING. Set CycleCount = 0. Set radio Tx power for the transceiver. Start Timer $T_{DLinkStart}$ with the value of M_SWITCH_TX_RX (208 µs), see Table 1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T5	2	1	Stop the transmission of DLinks and reset the W-Track transceiver. Radio operation is deactivated after this command. Invoke PL_AHTStatus(STOP)
T6	3	1	See T5.
T7	5	5	See T2.
T8	5	5	Update the radio transmit buffer with payload for next DLink, delivered from MH via PL_Transfer.req. NOTE If the PL_Transfer.req is not called from MH, set the payload to zero (dummy_DLink).
T9	5	5	Unpairing is triggered by W-Port handler via Service PL_Pairing.req(UNPAIRING, Slot_N). Set Bit in SlotCfg_X = NOT OK. This marks the Slot as unused. Set Bit in DeviceSynced_X = COMLOST. Invoke PL_State.ind(DeviceSynced) to report the W-Device's states DL-mode handler.
T10	5	5	Set Mode = SCAN. This activates the handling of the DLink and ULinks every 5th Frame (see T26). Start timer $T_{T\text{-}Scan}$ with the value SCAN_TIMEOUT.
T11	5	5	Set Mode = PAIRING. This activates the handling of DLink and ULinks every 5th Frame (see T26). Set PairingEnd_X = NO. Set STATE = REQUEST_BUTTON or REQUEST_U-ID, dependent on the parameter PL_Pairing(Method). Start timer $T_{T\text{-}Pairing}$ with the value PAIRING_UNIQUE_TIMEOUT or PAIRING_BUTTON_TIMEOUT, dependent on the parameter given via PL_Pairing(Method, Timeout).
T12	5	0	See T5.
T13	5	6	The W-Track is configured as SyncTrack = NO. Start next W-Sub-cycle on rising edge of external trigger HWTRIG from the W-Master Track. If WakeUpCountdown higher than 0, decrement by 1.
T14	5	6	The W-Track is configured as SyncTrack = YES. Start next W-Sub-cycle if Timer $T_{DLinkStart}$ exceeded. Set the hardware trigger HWTRIG (output) to HIGH. If WakeUpCountdown higher than 0, decrement by 1.
T15	6	7	Increment CycleCount. Update the ACK field in the radio output buffer with Device_ACK_Cyclic (See Figure B.1 W-Frame encodings)
T16	7	8	Transceiver has sent DLink. Start Timer $T_{ULinksEnd}$ with the value of M_RX_Uplink. If the Timer exceeds, all ULinks have been processed and the W-Frame ends. Set Device_ACK_Cyclic= 0.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T17	8	9	This Slot (_X) is configured, if the Unique-ID is <> 0. Set up the Radio to receive the Slot and detect a possible Slot timeout: Switch the transceiver to Rx to receive this configured ULink. For the slot timeout detection start timer T_{ULink} on dependence of the SlotType (see Table 1): SLOT: DxTX_ULink for Slot + D_GUARD (96 T_{BIT} + 8 T_{BIT}) DSLOT: DxTX_ULink_D for DSlot + D_GUARD (200 T_{BIT} + 8 T_{BIT}) Update CRC32 final XOR with Device Distinguishing ID for this Slot (_X), see B.7. For additional information about timing see Figure 31.
T18	8	8	This Slot_X is not configured. Increment _X to check / setup next ULink. NOTE A Slot is not configured, if it has unique ID = 0
T19	8	5	WFrameComplete since timer $T_{ULinksEnd}$ exceeded. Start Timer $T_{DLinkStart}$ with the value of M_SWITCH_TX_RX (208 µs), see Table 1 Transceiver timings. Invoke PL_Transfer.ind(WFrameComplete = YES). If TrackSync = YES set the hardware trigger HWTRIG (output) to LOW.
T20	9	8	Increment ULink Slot (_X)
T21	9	8	First ULink of Slot_X (W-Device_X) received. Set W-Device as synchronized: Set DeviceSynced_X = SYNCED. Set Device_ACK_Cyclic_X =1 Invoke PL_State.ind(DeviceSynced). Invoke PL_Transfer.ind(ULinkType = IMA, Slot_N = _X, Ack/Nack, WFrameComplete = NO). Set IMATimeActual_X = 0. Increment ULink Slot (_X) To complete a pairing request in case of retransmits during pairing: If PairingEnd_X = NO, set PairingEnd_X = YES and set Mode = CYCLIC or ROAMING (dependent on previous W-Track mode)
T22	9	10	No ULink has been received in the given time of timer T_{ULink}. Invoke PL_Transfer.ind(ULinkType = NOUPLINK, Slot_N = _X, NACK, WFrameComplete = NO). Increment ULink Slot (_X)
T23	9	21	ULink has been received. Set Device_ACK_Cyclic_X =1, Set IMATimeActual_X = 0. Increment ULink Slot (_X). If the W-Device has sent data (see B.4): Invoke PL_Transfer.ind(Data, DataLength, ULinkType = DATA, Slot_N = _X, Ack/Nack, WFrameComplete = NO) If the W-Device has sent an IMA-Frame (see Figure B.8 and Figure B.9): Invoke PL_Transfer.ind(ULinkType = IMA, Slot_N = _X, Ack/Nack, WFrameComplete = NO).
T24	10	8	Increment IMATimeActual_X for I am alive time observation.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T25	10	8	IMATimeMax reached. An IMA timeout error occurred. Set DeviceSynced_X = COMLOST. Set ABAStatus = NO Report all W-Device states through an invoke of PL_State.ind(DeviceSynced).
T26	6	11	5th W-Sub-cycle reached. Handle every 5th Frame for the modes Pairing, Scan and Roaming. Set CycleCount = 0.
T27	4	0	See T5.
T28	4	11	See T26.
T29	11	12	Load the "Scan Request" (see B.3.2. Scan Request) downlink into radio output buffer and start the radio transmission. Update the ACK field in radio the output buffer with the Device_ACK_Service (See Figure B.2 Scan Request).
T30	12	4	See T19.
T31	11	15	-
T32	15	4	See T19.
T33	15	4	WFrameComplete since timer $T_{ULinksEnd}$ exceeded. Start Timer $T_{DLinkStart}$ with the value of M_SWITCH_TX_RX (208µs), see Table 1 Transceiver timings. Invoke PL_Transfer.ind(WFrameComplete = YES). If TrackSync = YES set the hardware trigger HWTRIG (output) to LOW. Set Mode = CYCLIC or ROAMING, depending on initial W-Track mode, see T3 / T4.
T34	13	13	Timer $T_{T\text{-}Scan}$ expired, leave Scan Mode after this W-Sub-cycle. Set Mode = CYCLIC Invoke PL_ScanEnd.ind
T35	13	14	Transceiver has sent the DLink. Start Timer $T_{ULinksEnd}$ with the value of M_RX_Uplink. If the Timer exceeds, all ULinks have been processed and the W-Frame ends. Set Device_ACK_Service_X= 0.
T36	14	14	A Scan Request response uplink packet has been received. Set Device_ACK_Service_X =1. Invoke PL_Scan.ind(SlotType, UniqueID, Protocol VersionRevisionID). See 5.6.2.4. PL_Scan (master).
T37	14	4	See T19.
T38	16	16	Timer TPairing expired. Invoke PL_Pairing.ind(PAIRING_TIMEOUT). Set PairingEnd_X = YES;
T39	16	17	Load the pairing request downlink in the radio output buffer, dependent on Pairing Mode and send downlink: If STATE = REQUEST_BUTTON, use pairing request downlink "Pairing Request by Button", see Figure B.4. If STATE = REQUEST_U_ID, use pairing request downlink "Pairing Request by UniqueID" see Figure B.4. Update the ACK field in the radio output buffer with Device_ACK_Service (See Figure B.4).
T40	17	20	See T35.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T41	20	20	Radio received MSG_UPLINK_Pair_Button_Resp (see Table B.21). Set Device_ACK_Service_X =1. Set STATE = NEGOTIATION_1.
T42	20	20	Radio received MSG_UPLINK_Pair_Unique_Resp (see Table B.21). Set Device_ACK_Service_X =1. Set STATE = NEGOTIATION_1.
T43	20	20	Radio received MSG_UPLINK_Pair Neg 1_Resp (see Table B.21).Set Device_ACK_Service_X =1. Set STATE = NEGOTIATION_2.
T44	20	20	Radio received MSG_UPLINK_Pair Neg 2_Resp (see Table B.21).Set Device_ACK_Service_X =1. Invoke PL_Pairing.ind(PAIRING_SUCCESS). Set PairingEnd_X = YES;
T45	20	4	See T19.
T46	20	4	See T33.
T47	16	18	Load the Negotiation_1 downlink in the radio output buffer and send the downlink (see B.3.4). Update the ACK field in radio output buffer with Device_ACK_Service_X (See B.3.4)
T48	18	20	See T35.
T49	16	19	Load the Negotiation_2 downlink in the radio output buffer and send downlink (see B.3.4). Update the ACK field in radio output buffer with Device_ACK_Service_X (See B.3.4 Pairing Negotiation downlink)
T50	19	20	See T35.
T51	5	5	—
T52	1	1	Calculate the frequency hopping table dependent on the parameters MasterID, BlockList and Track_N (see Clause H.2.: Creation of frequency hopping table HT01 with care to blocklisting). Setting the internal variable TrackSync = YES or NO (see 5.6.2.2 PL_SetTrackConfig) NOTE MASTER: Generates the synchronization hardware signal (HWTRIG) (output) for slave W-Tracks for synchronization. SLAVE: The Track shall use the (input) synchronization hardware signal to send the DLinks, see T13 and T14.
T53	5	5	Stop Timer TPairing. Set PairingEnd_X = YES;
T54	5	5	—
T55	5	5	Activation by System Management through PL_SetHopTable. Load the new hopping table
T56	5	5	Activation by System Management through PL_SetWakeUpTime(WakeUpTime). Set internal variable WakeUpCountdown = WakeUpTime.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T57	5	5	Activation by Data Link Command Handler through PL_CmdTrig. Command: Case WAKE_UP_TIME: Invoke PL_WakeUpTime(WakeUpCountdown, Slot_N) Case W_DEVICE_AWAKE: Indicates low energy W-Device sent IMA at WakeUpTime, if all low energy W-Devices sent an IMA then return PL_CmdTrig.cnf(JUMP) Case W_DEVICE_NOT_AWAKE: Indicates low energy W-Device did not send IMA at WakeUpTime, return PL_CmdTrig.cnf(WAKE_UP_ABORT) and PL_AHTStatus(WAKE_UP_ABORT) Case JUMP: Switch to new hopping table starting with HOP-1 frequency, invoke PL_AHTStatus(JUMP_SUCCESS) Case JUMP_FAIL: Indicates a W-Device did not acknowledge JUMP command. Invoke PL_AHTStatus(JUMP_FAIL)
T58	21	8	If the W-Device ABA bit is on, Set ABAStatus_X = YES
T59	21	8	Received ABA indication. W-Device had COMLOST. Set DeviceSynced_X = COMLOST. Set ABAStatus = NO. Report all W-Device states through an invoke of PL_State.ind(DeviceSynced).

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
$T_{DLinkStart}$	Const Time	See Table 1, M_SWITCH_TX_RX
$T_{ULinksEnd}$	Const Time	See Table 1, M_RX_ULink
T_{ULink}	Time	Timer to switch radio to Rx and to check if an ULink has been received within the given time. The timer shall be loaded dependent on the Slot-Type: SSLOT: DxTX_ULink for SSlot + D_GUARD (96 T_{BIT} + 8 T_{BIT}) DSLOT: DxTX_ULink_D for DSlot + D_GUARD (200 T_{BIT} + 8 T_{BIT})
$T_{T\text{-}Pairing}$	Time	Timer is used with the values PAIRING_BUTTON_TIMEOUT or PAIRING_UNIQUE_TIMEOUT, see T10.
$T_{T\text{-}Scan}$	Const Time	Timer is used with the value SCAN_TIMEOUT, see T10.
Mode	Variable	This variable is used to select the different DLinks. Permitted values: CYCLIC, ROAMING, SCAN or PAIRING.
CycleCount	Variable	W-Sub-cycle Counter.
TrackSync	Variable	Defines, whether the W-Track is generating or receiving a W-Frame hardware synchronization signal. Permitted values: YES or NO (see 5.6.2.2 PL_SetTrackConfig).
ULinkReceived	Bool	Flag which shall be set by the radio hardware if an uplink packet was received.
DLinkSent	Bool	Flag which shall be set by the radio hardware if the downlink packet has been sent.
PairingEnd_X	Bool	Flag which indicates if the pairing is completed. Permitted values: YES, NO.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

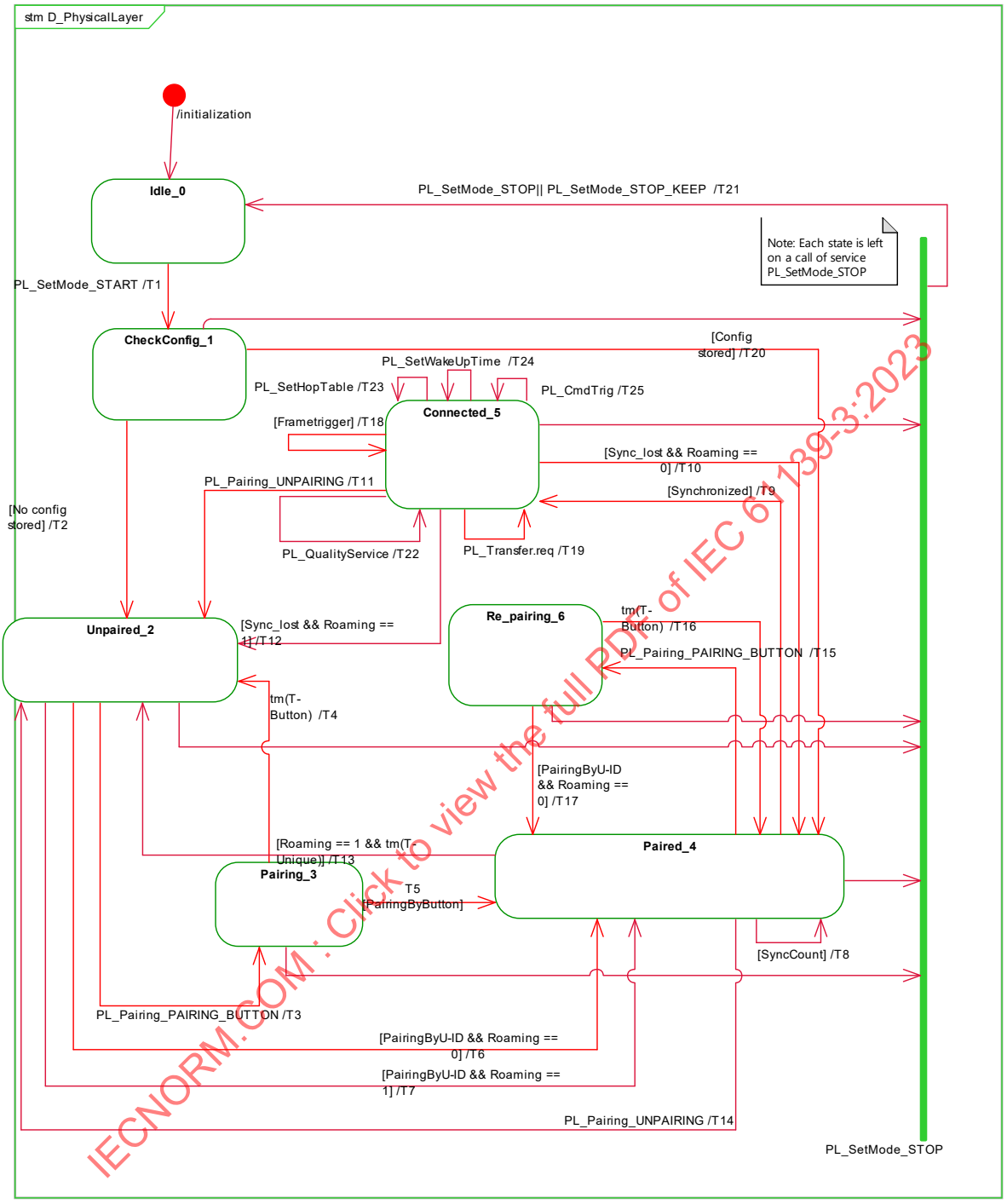
INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
SlotCfg_X	Bool	Flag which indicates if the corresponding slot is configured. Permitted values: YES, NO.
DeviceSynced_X	Bool	Flag which indicates if the W-Device for the corresponding slot is available / synchronized. Permitted values: SYNCED, COMLOST. See 5.6.2.8 PL_State. NOTE A change of DeviceSynced_X leads to PL_State.ind(DeviceSynced) where the corresponding flag X is set to SYNCED or COMLOST
DeviceSynced	Variable	Variable which contains SYNCED or COMLOST of each Slot, coded via flag DeviceSynced_X.
ABAStatus_X	Bool	Flag which indicates the ABA bit status for the corresponding slot Permitted values: YES, NO.
IMATimeActual_X	Variable	Variable to count the number of W-Sub-cycles, if a W-Device is synchronized but no ULink has been received, see T24.
IMATimeMax_X	Variable	This Variable keeps the value IMATime in W-Sub-cycles (see C.4.4.3 for encoding), delivered via the service PL_SetSlotConfig, see 5.6.2.6
Device_ACK_Cyclic_X	Variable	This Variable keeps the bit coded acknowledgement for received ULink in Cyclic Mode
Device_ACK_Service_X	Variable	This Variable keeps the bit coded acknowledgement for received ULink in ServiceMode
STATE	Variable	Variable to keep the states during pairing procedure, see Figure 45. Submachine for Mode_Pairing_15 Permitted Values: REQUEST_BUTTON, REQUEST_U_ID, NEGOTIATION1, NEGOTIATION2.
PAIRING_BUTTON_ TIMEOUT	Parameter	This parameter is delivered via service PL_Pairing.5.6.2.8 See 5.6.2.7. PL_Pairing-Service and 5.7.1.3 Retry handling during Pairing Mode.
PAIRING_UNIQUE_ TIMEOUT	Constant	See Table H.7 and 5.7.1.3.
SCAN_TIMEOUT	Constant	See Table H.7 and 5.7.1.3.
WakeUpCountdown	Variable	This variable counts down to 0, starting value delivered via the service PL_SetWakeUpTime. Current value sent to AHT via PL_WakeUpTime
NOTE X marks the variables which are individual in each Slot_N. The range of _X is slot number 0 to 7.		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.7.3 PL W-Device state machine

5.7.3.1 General

Figure 46 shows the main state machine of the W-Device Physical Layer. The state machine handles the initial initialization of the W-Device, Pairing, Unpairing and Cyclic operation. Depending on the pairing request, the W-Device is either configured as a Roaming or as a Cyclic W-Device. The main difference between two modes is the reaction on a communication Sync_lost event. In case the W-Device is configured for roaming, it goes in to the Unpaired_2 state immediately. Otherwise, it goes to the Paired_4 state and waits until W-Master comes back in range or pairing by button is activated by Application Layer.



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 46 – PL W-Device state machine

Table 36 shows the state transition tables of the W-Device Physical Layer (normal W-Device).

Table 36 – State transition tables of the W-Device Physical Layer (normal W-Device)

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Idle_0	Waiting for activation via System Management through Service PL_SetMode.
CheckConfig_1	Check for availability of ConnectionParameter in non-volatile memory (see Table B.1).
Unpaired_2	Waiting for a Scan Request or a Pairing Request by UniqueID (via W-Master) or a button-press on the W-Device. The W-Device shall listen on configuration-channels (see 5.5.4) for receiving configuration downlinks via UniqueID (call by U-ID). If a W-Master Pairing Request downlink(MSG_DLink_PAIR_UNIQUE) is received, start the timer ($T_{T\text{-}Unique}$).
Pairing_3	Waiting for Pairing Request by button from W-Master (MSG_DLink_PAIR_BUTTON). W-Device shall listen on the configuration channels (see Figure B.3) to receive a configuration downlinks (call by button)
Paired_4	The W-Device has a valid ConnectionParameter setting. It shall wait on the frequency at Col_N for synchronization. When resynchronization at Col_N is not successful within an appropriate time, Col_N shall subsequently be incremented for the next synchronization cycle. See also G.1.6 W-Master not reachable.
Connected_5	The W-Device is connected to its paired W-Master via regular W-communication cycles (see Figure B.3)
Re_pairing_6	Waiting for configuration-channels for Scan Request or Pairing Request by UniqueID (via W-Master).

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	Activation by System Management through PL_SetMode.req(Start). (see Table 125 Transition T1).
T2	1	2	The Device Radio has no valid ConnectionParameter settings stored (see Table B.1)
			Invoke PL_State.ind(UNPAIRED)
T3	2	3	The W-Device's pairing (by button) state is entered via service PL_Pairing.req(PAIRING_BUTTON) through SM_SetDeviceMode(PAIRING_BUTTON). Start timer ($T_{T\text{-}Button}$).
T4	3	2	Invoke PL_Pairing.ind(TIMEOUT) (see Table H.7) if timer ($T_{T\text{-}Button}$) expired.
T5	3	4	Pairing by Button sequence was successfully executed. (See Figure 39) Valid ConnectionParameter were successfully received. Store ConnectionParameter in non-volatile memory. Invoke PL_Pairing.ind(PERMANENT) to report a successful pairing. Set SyncCounter to 0. Set received DataSyncword (see 5.3.4). Stop timer ($T_{T\text{-}Button}$).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T6	2	4	Pairing by UniqueID sequence was successfully executed. (See Figure 38 Configuration sequence for pairing by UniqueID Valid ConnectionParameter were successfully received. Store ConnectionParameter in non-volatile memory. Invoke PL_Pairing.ind(PERMANENT) to report a successful pairing. Set SyncCounter to 0. Set received DataSyncword (see Table B.22)
T7	2	4	Pairing by UniqueID sequence was successfully executed. (See Figure 40 Message Sequence Chart for Roaming / temporary connection) Valid ConnectionParameter were successfully received. Store ConnectionParameter in volatile memory only. Invoke PL_Pairing.ind(TEMPORARY) to report a successful pairing. Set SyncCounter to 0 Set received DataSyncword (see Table B.22)
T8	4	4	Send IMA ULink to the W-Master on each received DLink (e.g. see Figure 38 Configuration sequence for pairing by UniqueID / Start of synchronization) If the DLink has been received successfully, increment SyncCounter (SyncCounter = SyncCounter+1) Otherwise set the SyncCounter to 0.
T9	4	5	The connection is synchronized, if SyncCounter >= Sync. Set SyncLostCounter to 0. Set ABA bit to 0. Invoke PL_State.ind(SYNCED) service indication to report that the connection is established. Stop timer ($T_{T\text{-}Unique}$). Stop timer ($T_{T\text{-}Button}$).
T10	5	4	The synchronization is lost, if SyncLostCounter > 5 × MaxRetry. Invoke PL_State.ind(COMLOST) service indication to report that the connection has been lost. Set SyncCounter to 0. Set ABA bit to 1.
T11	5	2	Unpairing was triggered by MasterCommand via Service PL_Pairing.req(UNPAIRING). Invoke PL_State.ind(COMLOST) service indication to report that the W-Device is not connected. Delete non-volatile ConnectionParameter settings (see Table B.1). Set SyncCounter to 0. Set Roaming to 0.
T12	5	2	The synchronization is lost, if SyncLostCounter > 5 × MaxRetry Invoke PL_State.ind(COMLOST) service indication to report that the W-Device is not connected. Delete volatile ConnectionParameter settings (see Table B.1) Set SyncCounter to 0. Set Roaming to 0.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T13	4	2	Delete non-volatile ConnectionParameter settings (see Table B.1). Set SyncCounter to 0. Set Roaming to 0.
T14	4	2	See T11.
T15	4	6	The W-Device's re_pairing state is entered via Service PL_Pairing.req(PAIRING_BUTTON) by SM_SetDeviceMode (PAIRING). Start timer ($T_{T\text{-}Button}$).
T16	6	4	See T4.
T17	6	4	See T6, Stop timer ($T_{T\text{-}Button}$).
T18	5	5	Invoke PL_Transfer_ind to report the Frametrigger (W-Frame-Sub-cycle) to message-handler in following cases: Case 1: DLink received, data for this W-Device are available (DataLength>0); see 5.7.3.2). Set SyncLostCounter to 0. Case 2: DLink received without data for this W-Device (DataLength=0, see 5.7.3.2). Set SyncLostCounter to 0. Case 3: No DLink received while W-Device is still synchronized / connected. Acknowledge=0. DataLength=0. (The Frametrigger shall be generated by timer with a time of W-Frame-Sub-cycle). Increment SyncLostCounter.
T19	5	5	Update the radio transmit buffer with payload for the next ULink, delivered from MH via PL_Transfer.req. If the PL_Transfer.req is not called from MH, then the payload shall be set to zero (dummy_ULink, see 5.7.3.2).
T20	1	4	The Radio has stored a valid ConnectionParameter settings (see Table B.1). Invoke PL_State.ind(PAIRED) Set RoamingKeepCfg to 0
T21	Any	0	Any state shall be left through a call of PL_SetMode(STOP) or PL_SetMode(STOP_KEEP) Service via System Management. If Roaming == 1 and PL_SetMode(STOP_KEEP) is called then set RoamingKeepCfg to 1 and Set tm(T-Unique)
T22	5	5	Invoke PL_QualityService.cnf
T23	5	5	Activation by System Management through PL_SetHopTable. Load the new hopping table
T24	5	5	Activation by System Management through PL_SetWakeUpTime. Return PL_CmdTrig.cnf(WakeUpTime)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T25	5	5	Activation by Data Link Command Handler through PL_CmdTrig. Command: Case WAKE_UP_TIME: No action Cmd handler is waiting for WakeUpTime via PL_CmdTrig.cnf(WakeUpTime). Case JUMP: Switch to new hopping table starting with HOP-1 frequency

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
SyncCounter	Variable	Counter for received downlink frames (see T8).
Sync	Constant	Sync = 3.
SyncLostCounter	Variable	Counter for lost downlink frames (see T9 and T16).
Roaming	Variable	This volatile Flag indicates whether the W-Device is paired permanently or temporary (see T6, T7, T10, T12). Variable shall be initialized to 0 during initialization and is transmitted during pairing procedure.
MaxRetry	Variable	Value to generate Sync_Lost. This Variable is transmitted via service DL_SetParam.
WakeUpTime	Variable	Value for low energy W-Device, sent to Cmd handler via PL_CmdTrig.cnf().
RoamingKeepCfg	Variable	Informs the current restart is called by application. In case of roaming the Connection Parameters shall be kept.
$T_{T\text{-}Unique}$	Time	See Table H.7, definition of PAIRING_UNIQUE_TIMEOUT
$T_{T\text{-}Button}$	Time	See Table H.7, definition of PAIRING_BUTTON_TIMEOUT

5.7.3.2 DLink processing in the W-Device via PL

On the reception of each DLink, the PL shall parse the DLink payload to collect all W-Messages directed to this addressed W-Device or any broadcast Master-Command. The collected W-Messages (ControlOctets included) shall be sent to the DL-A message handler via Transfer.ind. If there are one or more W-Messages for the current Device received, the PL shall generate an acknowledgement, which shall be automatically transmitted in the following uplink. If Transfer.req was not invoked, then the payload shall be set to zero (dummy uplink).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

6 Data Link Layer DL-A

6.1 General

The Data Link Layers are concerned with the delivery of messages between a W-Master and a W-Device.

A set of DL-services is available to the Application Layer (AL) for the exchange of Process Data (PD) and Event or ISDU data. Another set of DL-services is available to system management (SM) for the retrieval of Device identification parameters and the setting of state machines within the DL. The DL uses PL-Services for controlling the Physical Layer (PL). The DL takes care of the error detection of messages (whether internal or reported from the PL) and the appropriate remedial measures (e.g. retry).

The Data Link Layers are structured due to the nature of the data categories into Process Data handlers and Event / ISDU handlers which are in turn using a Message handler to deal with the requested transmission of messages. Each handler comprises its own state machine.

The Data Link Layer is subdivided in a DL-A section with its own internal services and a DL-B section with the external services.

The DL uses additional internal administrative calls between the handlers which are defined in the "internal items" section of the associated state-transition tables.

6.2 General W-Master

6.2.1 General

Figure 98 shows an overview of the structure and the services of the W-Master's Data Link Layer.

6.2.2 W-Track and W-Device-Mapper (TDMapper)

The W-Track and W-Device mapper (see Figure 47) is used to assign a W-Port to a specific W-Track number (Track_N) and Slot number (Slot_N). Each Slot_N represents a W-Device, whereupon the W-Device communicates via this Slot to the W-Master. The Slot_N is transmitted during pairing to the selected W-Device. The configuration of the TDMapper is done by SM_SetPortConfig service (via DL_TDConfig). This mapping table enables a flexible assignment of W-Devices without changing of the W-Port, e.g. distribution of W-Devices within the W-Tracks.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

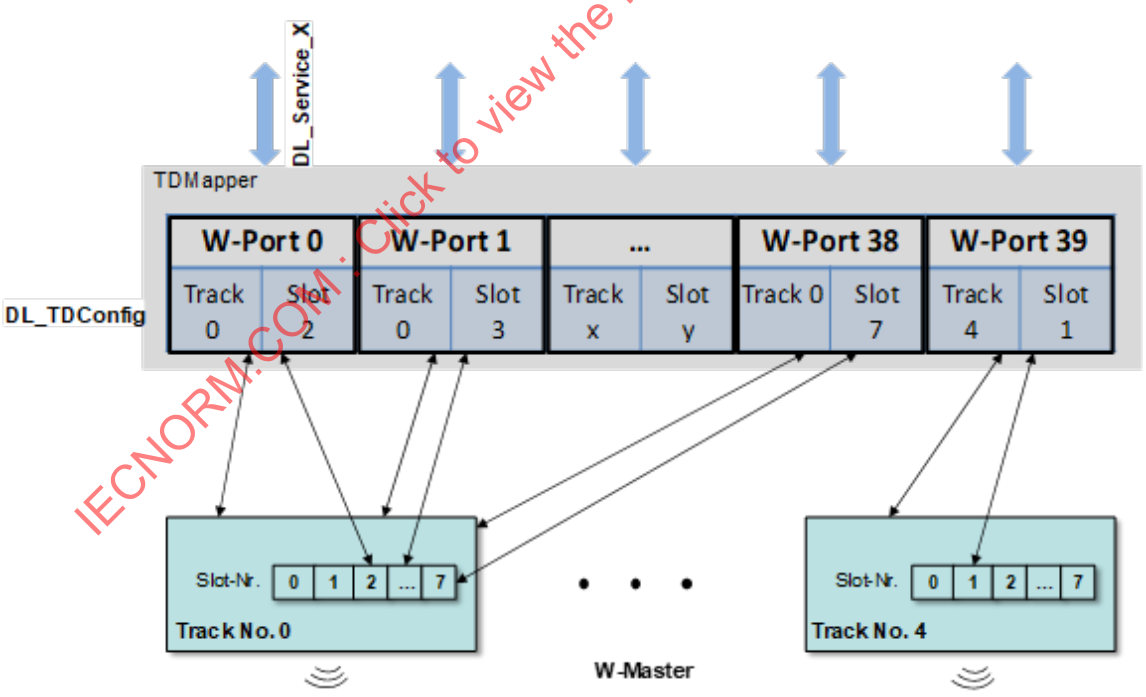


Figure 47 – W-Track and W-Device-Mapper (TDMapper)

6.3 General (W-Device)

Figure 94 shows an overview of the structure and the services of the W-Device's Data Link Layer.

6.4 DL-A services

6.4.1 Overview

Table 37 lists the assignment of W-Master and W-Device to their roles as initiator (I) or receiver (R) in the context of the execution of their individual DL-A services.

Table 37 – DL-A services within W-Master and W-Device

Service name	W-Master	W-Device
MCmd	R	I
ISDUMsg	R	I
DownLinkAck	I	
UplinkAck		I
EventMsg	I	R
PDOutMsg	R	I
PDInMsg	I	R
Key (see 3.3.5) I Initiator of service R Receiver (responder) of service		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

6.4.2 MCmd (W-Master and W-Device)

The MCmd service provides the MasterCommand to change e.g. the W-Device STARTUP, PREOPERATE and OPERATE states. The parameters of the service primitives are listed in Table 38.

Table 38 – MCmd

Parameter Name	.req	.ind
Argument	M	M
SendWMessage	M	
Slot_N	M	
Broadcast	M	
MasterCommand	C	M
Length	C	
DLType	C	

For further abbreviations and definitions of service parameters, see IEC 61131-9:2022, 3.3.2.

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

SendWMessage:

This parameter indicates, if a W-Message (and possible data) shall be added to the downlink packet.

Permitted values:

YES (Message handler shall compile the control octet and add possible data to transmit)

NO (No W-Message needs to be sent)

Slot_N

This parameter contains the Slot number for the corresponding W-Device.

Permitted values: 0 to 7

Broadcast

This parameter signals, if a MasterCommand shall be received by all connected W-Devices in the W-Track, use is restricted according to Table C.2. Permitted values:

YES

NO

MasterCommand

This parameter contains the MasterCommand, see Clause C.2 and Table C.2.

Length

This parameter contains the length of data to transmit. If no MasterCommand shall be sent, set Length to 0. Permitted values: 0 or 1.

DLType

This parameter informs the Message handler whether the MasterCommand is transmitted in PreDownLink (for low energy W-Devices) or FullDownLink.

Permitted values:

PreDLink (MasterCommand shall be transmitted in the PreDownLink).

FullDLink (MasterCommand shall be transmitted in the FullDownLink).

6.4.3 ISDUMsg (W-Master and W-Device)

The ISDUMsg service is used to set up the ISDU-request Data for the next message to be sent. In turn, the confirmation of the service contains the data from the receiver. The parameters of the service primitives are listed in Table 39.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 39 – ISDUMsg

Parameter Name	.req	.ind	.rsp	.cnf
Argument	M	M		
SendWMessage	M			
Slot_N	M			
Data	C	C		
Length	C	M		
FlowCtrl	C	M		
Result (+)			S	S
SendWMessage			M	
Slot_N				M
Data			C	C(=)
Length			C	M
FlowCtrl			C	M
Result (-)			S	S
Slot_N				M
ErrorInfo			M	M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

SendWMessage:

This parameter signals, if a W-Message (possibly containing data) shall be added to the downlink.

Permitted values:

YES (Message handler shall compile the control octet and add possible data to transmit)

NO (No W-Message needs to be sent)

Slot_N

This parameter contains the Slot number for the corresponding W-Device.

Permitted values: 0 to 7

Data

This parameter contains the data to transmit. Data type: Octet string

Length

This parameter contains the length of data to transmit. Permitted values: 0 to 32

FlowCtrl

This parameter contains the flow control value (see Table 79).

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

SendWMessage

This parameter signals, if a W-Message (and possible data) shall be added to the uplink transmission.

Permitted values:

YES (Message handler shall compile the control octet and add possible data to transmit)

NO (No W-Message needs to be sent)

Slot_N

This parameter contains the Slot number for the corresponding W-Device.

Permitted values: 0 to 7

Data

This parameter contains the read data values.

Length

This parameter contains the length of the received data package. Permitted values: 0 to 32

FlowCtrl

This parameter contains the flow control value (see Table 79).

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

Slot_N

This parameter contains the Slot number for the corresponding W-Device.

Permitted values: 0 to 7

ErrorInfo

This parameter contains the error information.

Permitted values:

NO_COMM (no communication available)

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

6.4.4 DownLinkAck (W-Master)

The service DownLinkAck is only available on the W-Master. The service triggers the appropriate handler (PD handler, Cmd handler, EV handler, or ISDU handler) to provide their data for the next DLink. Also, this service delivers the acknowledgement from the last ULink. With this acknowledgement, each handler has to decide, if new data may be sent in DLink, or if the last data have to be retransmitted. The parameters of the service are listed in Table 40.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 40 – DownLinkAck

Parameter Name	.ind
Argument	M
Slot_N	M
ComChannel	M
Length	M
PreDLSet	C
Acknowledge	M
SubCycleCounterOut	C
SubCycleCounterIn	C

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

Slot_N:

This parameter contains the Slot number for the corresponding W-Device.

Permitted values: 0 to 7

ComChannel:

This parameter indicates the selected handler.

Permitted values: PDOUTHANDLER, CMDHANDLER, EVHANDLER, ISDUHANDLER.

Length:

This parameter contains the remaining space for the next DLink.

Range: 0 to 37 octets

PreDLSet:

This parameter is only used for the CMDHANDLER to support low energy W-Devices which indicates, if the PreDownLink is already in use.

Permitted values:

NO (PreDownLink is empty and can be used)

YES (PreDownLink is already in use)

Acknowledge:

This parameter indicates whether the last uplink transmission has been confirmed or not.

PD handler, Cmd handler, Event handler and ISDU handler shall decide if a retransmit is needed or not.

SubCycleCounterOut:

This parameter is only used for PDHANDLER to indicate the current W-Sub-Cycle of the WMasterCycleTimeOut.

SubCycleCounterIn:

This parameter is only used for PDHANDLER to indicate the current W-Sub-Cycle of the WMasterCycleTimeIn.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

6.4.5 UpLinkAck (W-Device)

The service UpLinkAck is only available on the W-Device. The service triggers the appropriate handler (PD handler, EV handler, or ISDU handler) to provide data for the next uplink message. With the Acknowledge from the last downlink each handler has to decide, if new data have to be sent, or the last data have to be retransmitted. The parameters of the service are listed in Table 41.

Table 41 – UpLinkAck

Parameter Name	.ind
Argument	M
ComChannel	M
Length	M
Acknowledge	M
SubCycleCounterOut	C
SubCycleCounterIn	C

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

ComChannel:

This parameter indicates the selected handler.

Permitted values: PDHANDLER, EVHANDLER, ISDUHANDLER.

Length:

This parameter contains the remaining space for the next uplink packet.

Range: 0 to 15 octets

Acknowledge:

This parameter indicates whether the last uplink transmission has been confirmed or not.

PD handler, Event handler and ISDU handler shall decide if a retransmit is needed or not.

SubCycleCounterOut:

This parameter is only used for PDHANDLER to indicate the current W-Sub-Cycle of the WMasterCycleTimeOut.

SubCycleCounterIn:

This parameter is only used for PDHANDLER to indicate the current W-Sub-Cycle of the WMasterCycleTimeIn.

6.4.6 EventMsg (W-Master and W-Device)

The EventMsg service is used to provide events through the diagnosis communication channel.

The parameters of the service primitives are listed in Table 42.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 42 – EventMsg

Parameter Name	.req	.ind	.rsp	.cnf
Argument	M	M	M	M
SendWMessage	M		M	
Slot_N		M	M	
Data	C	C		M
Length	C	M	C	M
FlowCtrl	C	M	C	M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

SendWMessage:

This parameter signals, if a W-Message (possibly containing data) shall be added to the downlink or uplink packets.

Permitted values:

YES (Message handler shall compile the control octet and add possible data to transmit)

NO (No W-Message needs to be sent)

Slot_N:

This parameter contains the Slot number for the corresponding W-Device.

Permitted values: 0 to 7

Data:

This parameter contains the whole or segmented Event Data which contains EventQualifier and EventData.

Data type: Octet string (3 octets)

NOTE EventQualifier, see IEC 61131-9:2022, A.6.4.

EventData, see Table D.1.

Length:

This parameter contains the length of data to transmit. If no event shall be sent, set Length to 0. Permitted values: 0 (W-Master Acknowledge) or 3 (W-Device Event).

FlowCtrl:

This parameter contains the flow control value (see Table 79). In case of EOS (end of service), no data are delivered.

6.4.7 PDOutMsg (W-Master and W-Device)

The PDOutMsg service is used to provide the Process Data through the process communication channel from W-Master to a W-Device. This service delivers the control octet (CO) with PDOut data to or from the Message handler. The parameters of the service primitives are listed in Table 43.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 43 – PDOutMsg

Parameter Name	.req	.ind	.cnf
Argument	M	M	
SendWMessage	M		
Slot_N	M		
Data	C	C	
Length	C	M	
FlowCtrl	C	M	
PDOutInvalid	C	M	
Result (+)			S
Slot_N			M
Result (-)			S
Slot_N			M
ErrorInfo			M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

SendWMessage:

This parameter signals, if a W-Message (and possible data) shall be added to the downlink.

Permitted values:

YES (Message handler shall compile the control octet and add possible data to transmit)

NO (No W-Message needs to be sent)

Slot_N:

This parameter contains the Slot number (W-Device Address) for the corresponding W-Device.

Permitted values: 0 to 7

Data:

This parameter contains the whole or segmented Process Data to be transferred from W-Device to W-Master.

Data type: Octet string

Length:

This parameter contains the length of the received output Process Data. Permitted values: 0 to 32

FlowCtrl:

This parameter contains the flow control value (see Table 79).

PDOutInvalid:

This parameter is used to inform the Message handler to generate the "Process Data Out Invalid" via Function Code in the DLink control octet

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Slot_N:

This parameter contains the Slot number for the corresponding W-Device.

Permitted values: 0 to 7

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

Slot_N:

This parameter contains the Slot number for the corresponding W-Device.

Permitted values: 0 to 7

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

NO_COMM (no communication available)

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

6.4.8 PDInMsg (W-Master and W-Device)

The PDInMsg service is used to provide the Process Data to be sent through the process communication channel from a W-Device to its W-Master.

This service delivers the control octet (CO) with PDIn data to or from the Message handler. The parameters of the service primitives are listed in Table 44.

Table 44 – PDInMsg

Parameter Name	.req	.ind	.cnf
Argument	M	M	
SendWMessage	M		
Slot_N		M	
Data	C	C	
Length	C	M	
FlowCtrl	C	M	
PDInInvalid	C	M	
Result (+)			S
Result (-)			S
ErrorInfo			M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

SendWMessage:

This parameter signals, if a W-Message (and possibly also data) shall be added to the uplink packet.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Permitted values:

YES (Message handler shall compile the control octet and add possible data to transmit)

NO (No W-Message needs to be sent)

Slot_N:

This parameter contains the Slot number (W-Device Address) for the corresponding W-Device.

Permitted values: 0 to 7

Data:

This parameter contains the whole or segmented Process Data to be transferred from W-Device to W-Master.

Data type: Octet string

Length:

This parameter contains the length of the transmitted input Process Data. Permitted values: 0 to 32

FlowCtrl:

This parameter contains the flow control (see Table 79).

PDInInvalid:

This parameter is used to inform the Message handler to generate the "Process Data In Invalid"-Function Code in ULink control octet

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

NO_COMM (no communication available)

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

6.5 Acknowledgments (DownLinkAck and UpLinkAck)

W-Devices acknowledge correct reception of the downlink message within their uplink messages. Within the next downlink, the W-Master acknowledges correct reception of the last uplink messages to each W-Device. In case of negative acknowledgments, both the W-Master and W-Devices use this information to initiate transmission retries.

6.6 Message handler

6.6.1 General

The layer DL-A comprises the Message handler as shown in Figure 48.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

6.6.2 State machine of the W-Master Message handler (DL-A)

Figure 48 shows the state machine of the W-Master Message handler. The state machines describe the order how the different W-Messages are placed in the downlink payload. The first step is the placement of MasterCommands and process data for all slots (0 to 7), the next step is placement of Events for all slots (0 to 7) and the final step is placement of ISDU for all slots (0 to 7).

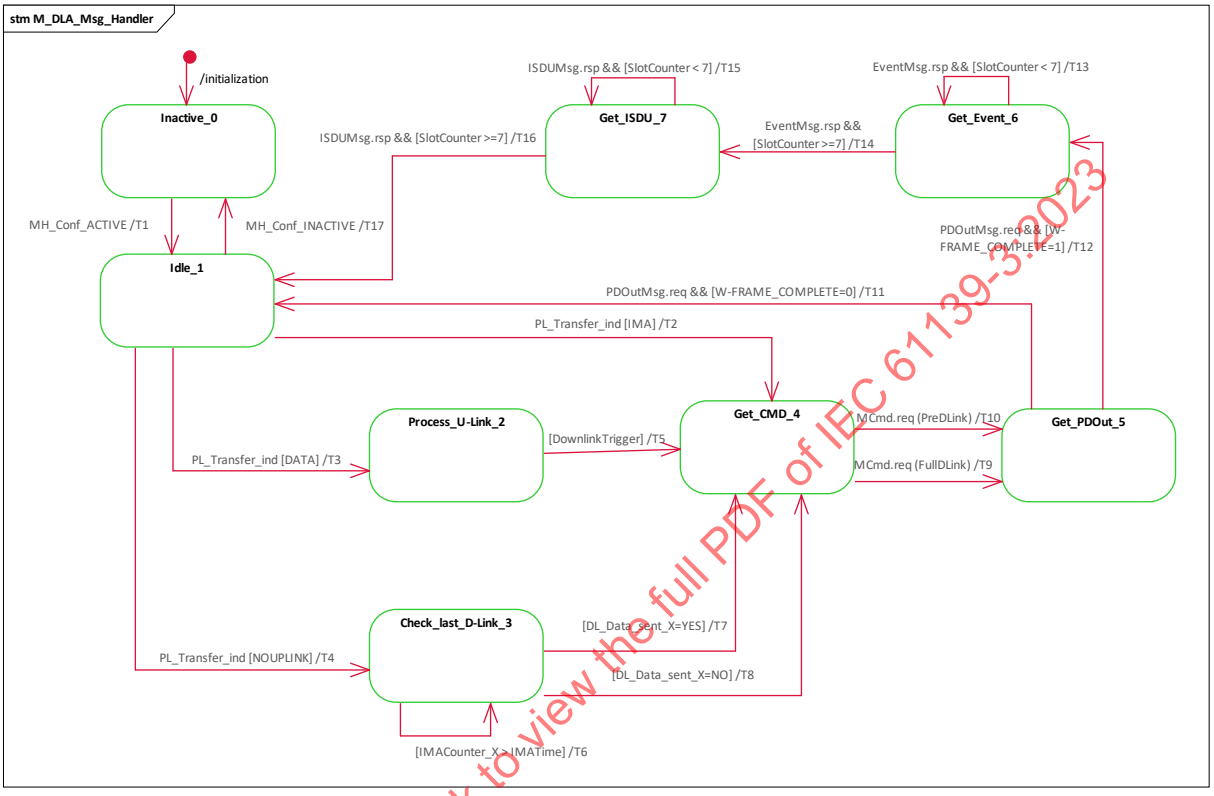


Figure 48 – State machine of the W-Master Message handler

Table 45 shows the state transition tables of the W-Master Message handler.

Table 45 – State transition tables of the W-Master Message handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Inactive_0	Waiting for activation by W-Master DL-mode handler through MH_Conf_ACTIVE (see Figure 51). Set RemainingLength to DLink-Payload (37 octets).
Idle_1	Waiting for trigger PL_Transfer.ind service indication. The PL_Transfer service delivers the Slot number (0 up to 7) and further parameters within a W-Sub-cycle, which represents a W-Device at this Slot.
Process_ULink_2	Check message for valid ULink control octet. For message encoding of the ULink control octet see Figure A.4, ULink control octet
Check_last_DLink_3	Check if data have been sent for this W-Device / Slot_N in last downlink
Get_CMD_4	The Message handler starts to compile the message for the next DLink using the DownLinkAck service to acquire a MasterCommand from the Command handler. The Message handler waits on the MCmd.req service and then changes to state GetPDOut_5.
GetPDOut_5	The Message handler uses the DownLinkAck service to acquire PDOut data from the PDOut handler. The Message handler waits for the PDOutMsg.req service to complement an already acquired MCmd.
GetEvent_6	The Message handler uses the DownLinkAck service to acquire a possible Event response from the Event handler. The Message handler waits on the EventMsg.rsp service to complement the already acquired PDOut / MCmd.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
GetISDU_7	The Message handler uses the DownLinkAck service to acquire ISDU from the ISDU handler. The Message handler waits on the ISDUMsg.req service to complement the already acquired PD / MCmd / Event data.

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	The DL-mode handler activates the Message handler via MH_Conf_ACTIVE.
T2	1	4	PL_Transfer.ind reported an IMA ULink. If PL_Transfer.ind delivers WFrameComplete, set W-FRAME_COMPLETE to 1, otherwise to 0. Set IMACounter_X = 0. Invoke service DownLinkAck (Slot number, CMDHANDLER, RemainingLength, PreDLSet, Acknowledge) to acquire MasterCommand from Command handler. Store Acknowledge in ACK_Buf_X for this Slot number.
T3	1	2	PL_Transfer.ind reported a received ULink (see Figure B.6 and Figure B.7) with data for SlotNumber_X. If PL_Transfer.ind delivers WFrameComplete, set W-FRAME_COMPLETE = 1, otherwise to 0. Set IMACounter_X = 0. Set RetryCounter_X = 0. Store Acknowledge in ACK_Buf_X for this Slot number.
T4	1	3	No ULink has been received for SlotNumber_X. Increment IMACounter_X. If PL_Transfer.ind delivers WFrameComplete, set W-FRAME_COMPLETE = 1, otherwise to 0. Clear Acknowledge in ACK_Buf_X for this Slot number.
T5	2	4	Process the received data from ULink with SlotNumber_X to the appropriate handler. Invoke PDInMsg.ind, EventMsg.ind and ISDUMsg.cnf service indications. Invoke service DownLinkAck (Slot number, CMDHANDLER, RemainingLength, PreDLSet, Acknowledge) to acquire MasterCommand from Command handler for SlotNumber_X delivered via PL_Transfer.ind.
T6	3	3	A local IMA timeout event shall be reported via invocation of service EventMsg.ind(IOLW_IMATimeout, LOCAL) to the W-Master application.
T7	3	4	For the current SlotNumber_X, data have been sent in last DLink (stored via DL_Data_sent_X) which was not confirmed via the ACK-Bit in ULink (since no ULink received). Increment RetryCounter_X. Set DL_Data_sent_X = 0. If RetryCounter_X > MaxRetry A local MaxRetry event shall be reported via invocation of service EventMsg.ind(M_IOLW_Retry_ErrorIOLWM) to the W-Master application. Invoke service DownLinkAck (Slot number, CMDHANDLER, RemainingLength, PreDLSet, Acknowledge) to acquire MCMD from Command handler for SlotNumber_X delivered via PL_Transfer.ind.
T8	3	4	Invoke service DownLinkAck (Slot number, CMDHANDLER, RemainingLength, PreDLSet, Acknowledge) to acquire MCMD from Command handler for the SlotNumber_X delivered via PL_Transfer.ind.
T9	4	5	If MCmd.req(SendWMessage=YES): Compile downlink control octet, place in FullDownLink packet and set DL_Data_sent_X = 1. Decrease RemainingLength with the delivered length from (MCmd.req + 1 octet for downlink CO). If MasterCommand = DeviceOperate: Set ResetCounters_X = YES. If MCmd.req(SendWMessage=NO): No compilation of downlink CO necessary. Acquire PDOut for SlotNumber_X through invocation of the DownLinkAck(Slotnumber, PDHANDLER, RemainingLength, Acknowledge, SubCycleCounterOut_X, SubCycleCounterIn_X) service.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T10	4	5	If MCmd.req(SendWMessage=YES): set DL_Data_sent_X = 1 and set PreDLSet = YES. If MasterCommand = DeviceOperate: Set ResetCounters_X = YES. Acquire PDOut for SlotNumber_X through invocation of the DownLinkAck(Slotnumber, PDHANDLER, RemainingLength, Acknowledge, SubCycleCounterOut_X, SubCycleCounterIn_X) service.
T11	5	1	W-Frame is not complete. Wait for next ULink / next Slot number via PL_Transfer.ind in state Idle_1. If PDOutMsg.req(SendWMessage=YES): Place W-Message to DLink payload and decrease RemainingLength with the delivered length from PDOutMsg.req – 2 (for control octet). Set DL_Data_sent_X = 1.
T12	5	6	W-Frame is complete, all ULinks have been received. If PDOutMsg.req(SendWMessage=YES): Place W-Message to DLink payload and decrease RemainingLength with the delivered length from PDOutMsg.req + 2 (for control octet). Set DL_Data_sent_X = 1. Set SlotCounter to 0. Check all Slots: If ResetCounter_X = YES: set ResetCounter_X = No, set SubCycleCounterOut_X = 0 and set SubCycleCounterIn_X = 0. Increment SubCycleCounterOut_X and SubCycleCounterIn_X by 1. If SubCycleCounterOut_X = WMasterCycleTimeOut_X: set SubCycleCounterOut_X = 0. If SubCycleCounterIn_X = WMasterCycleTimeIn_X: set SubCycleCounterIn_X = 0. For conversion of WMasterCycleTime to W-Sub-cycle see C.4.12.
T13	6	6	If EventMsg.rsp(SendWMessage=YES): Set DL_Data_sent_X = 1. Place W-Message to DLink payload and decrease RemainingLength with the delivered length from EventMsg.rsp – 2 (for control octet). Increment SlotCounter and Invoke DownLinkAck(SlotCounter, EVHANDLER, RemainingLength, ACK_Buf_X) service to acquire data for next Slot.
T14	6	7	If EventMsg.rsp(SendWMessage=YES): Set DL_Data_sent_X = 1. Place W-Message to DLink payload and decrease RemainingLength with the delivered length from EventMsg.rsp + 2 (for control octet). Set SlotCounter to 0. Acquire ISDU through invocation of the DownLinkAck(SlotCounter, ISDUHANDLER, RemainingLength, ACK_Buf_X) service.
T15	7	7	If ISDUMsg.req(SendWMessage=YES): Set DL_Data_sent_X = 1. Place W-Message to DLink payload and decrease RemainingLength by 2 (for control octet). increment SlotCounter and Invoke DownLinkAck(SlotCounter, ISDUHANDLER, RemainingLength, ACK_Buf_X) service to acquire data for next Slot
T16	7	1	If ISDUMsg.rsp(SendWMessage=YES): Set DL_Data_sent_X = 1. Place W-Message to DLink payload and decrease RemainingLength with the delivered length from ISDUMsg.rsp + 2 (for control octet). Set SlotCounter to 0. All acyclic data for all Slots / W-Devices have been acquired. Downlink is ready to send. Invoke PL_Transfer.req to send DLink within the next W-Sub-Cycle. Set RemainingLength to DLink-Payload (37 octets) for composition of the following DLink. Set PreDLSet = NO to indicate a free PreDownLink for the next W-Sub-cycle.
T17	1	0	W-Device Message handler changes state to Inactive_0.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
RemainingLength	Variable	Remaining length in DLink payload.
W-FRAME_COMPLETE	Variable	Marks the W-Sub-cycle as completed, if all ULinks have been processed.
SlotCounter	Variable	Counter to compile the acyclic data for all Slots / W-Devices
RetryCounter_X	Variable	Counter for not acknowledged DLinks.
IMACounter_X	Variable	Counter to observe ULink-IMA-frames which shall be sent by W-Device_X.
DL_Data_sent_X	Variable	Variable to store the information, that data have been sent in last DLink for the corresponding Slot / W-Device.
ACK_Buf_X	Variable	Store Acknowledge for slot number X
PreDLSet	Bool	Marks if the PreDownlink will be used or not.
ResetCounter_X	Variable	Marks if a DeviceOperate MasterCommand has been sent and cycle counters shall be reset.
SubCycleCounterOut_X	Variable	Counter for W-Sub-Cycles of the WMasterCycleTimeOut
SubCycleCounterIn_X	Variable	Counter for W-Sub-Cycles of the WMasterCycleTimeIn

NOTE _X marks the variables which are individual for every Slot number. The range of _X is slot number 0 to 7.

If a W-Message shall be sent (SendWMessage = YES), the Message handler shall compile the control octet of the corresponding DL-B handler as defined in Table 46.

6.6.3 Compilation of DLink control octet

The Master Message handler (see Figure 48) shall compile the control octet for a DLink delivered with the data via the corresponding DL-B handler as defined in Table 46.

See Figure A.4 for definition of DLink control octet.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 46 – Compilation of downlink control octet

Compiled control octet → / handler: ↓	Slot-number (delivered by handler)	Channel Code (ChC) (created by Message handler)	Flow Control (FC) (delivered by handler)	Data Length (DLen) (delivered by handler)	Data follows
MCmd.req	Slot_N	5 (MasterCommand)	MasterCommand (delivered by handler)		No
PDOutMsg.req	Slot_N	1 (Process data out)	FlowCtrl	0 to 31 See Note 1	Yes
			FlowCtrl (ABORT)	0	No
		2 (Process data out invalid)	–	—	No
EventMsg.rsp (Event Ack)	Slot_N	4 (EVENT)	FlowCtrl	0	No
ISDUMsg.req	Slot_N	3 (ISDU)	FlowCtrl	0 to 31 See Note 1	Yes
			FlowCtrl = EOS or ABORT	0	No
Empty downlink See Note 2	—	0 (INVALID)	—	—	No

NOTE 1 Data Length is coded from 0 to 31 which means, that the transmitted data are 1 to 32 octets.

NOTE 2 An empty downlink (all payload data zero) is automatically created by PL, if the W-Master has no data to send to any W-Device.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

6.6.4 State machine of the W-Device Message handler (DL-A)

Figure 49 shows the state machine of the W-Device Message handler. The Message handler is triggered via PL for each W-Sub-cycle to distribute received W-Messages and / or as trigger to send W-Messages within an ULink. The sub state machine CreateMessage_8 (Figure 50) handles the compilation of ULink W-Messages in a predefined order.

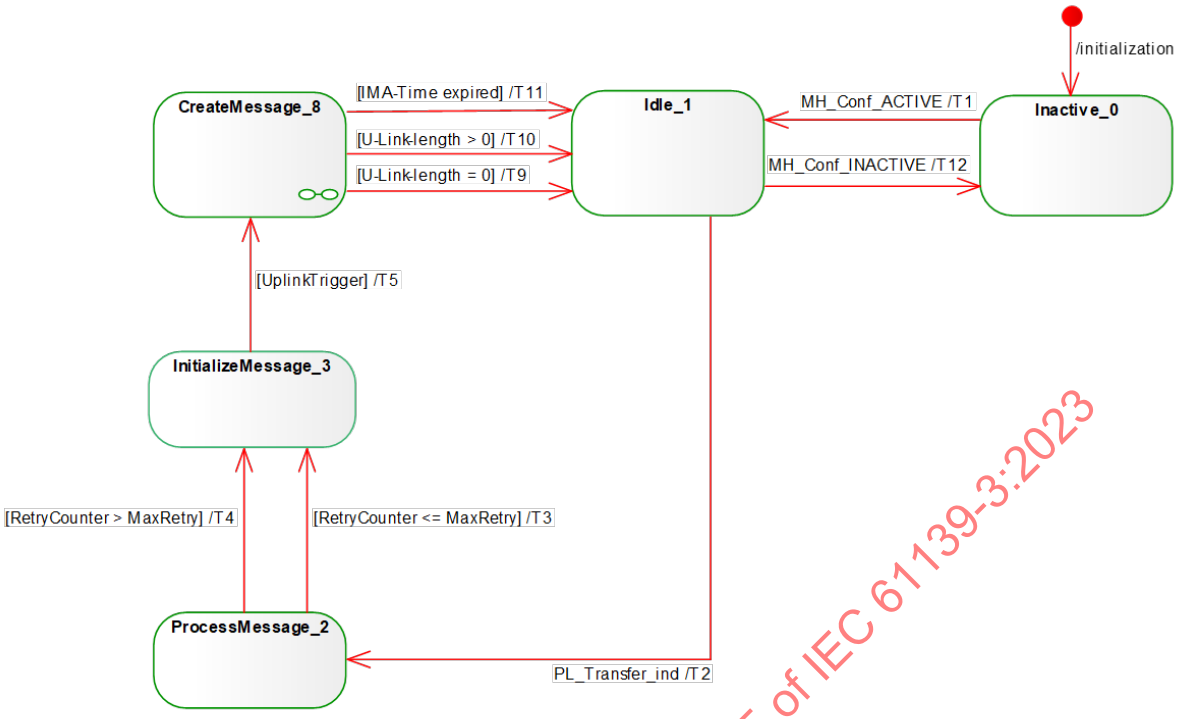


Figure 49 – State machine of the W-Device Message handler

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

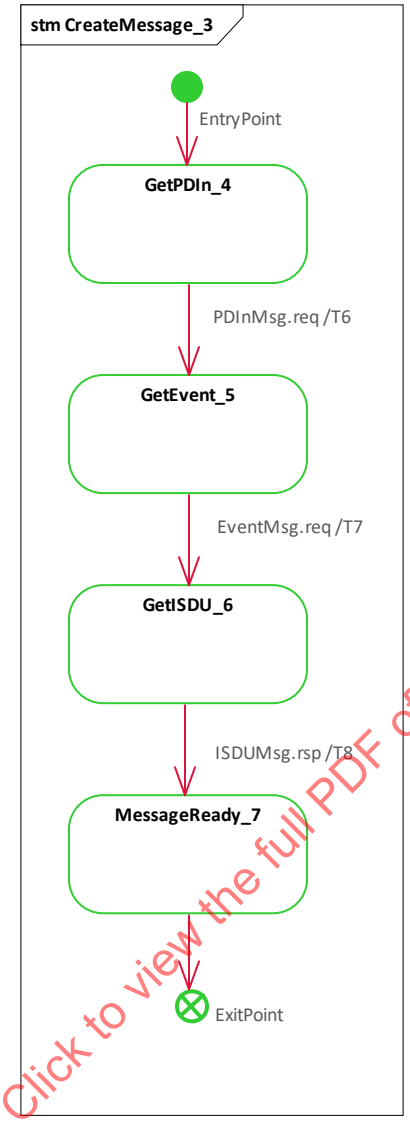


Figure 50 – W-Device Message handler sub state machine "CreateMessage_8" (DL-A)

Table 47 shows the state transition tables of the W-Device Message handler.

Table 47 – State transition tables of the W-Device Message handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Inactive_0	Waiting for activation by the W-Device DL-mode handler through MH_Conf_ACTIVE (see Table 47, Transition T1).
Idle_1	Waiting for Trigger (each W-Sub-cycle) through PL_Transfer.ind service indication (T2).
ProcessMessage_2	Check message for valid DLink control octet. For message encoding of the DLink control octet see Figure A.4.
InitializeMessage_3	Set RemainingLength of ULink payload to 2 (SSlot-W-Device) or 15 (DSlot-W-Device).
SM: GetPDIn_4	The Message handler starts to compile the message for the next ULink using the UpLinkAck service to acquire PDIn from the Process Data handler. The Message handler waits on the PDInMsg.req service and then changes to state GetEvent_5.
SM: GetEvent_5	The Message handler uses the UpLinkAck service to acquire an Event from the Event handler. The Message handler waits on the EventMsg.req service to complement the already acquired PDIn.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
SM: GetISDU_6	The Message handler uses the UpLinkAck service to acquire ISDUMsg.rsp from the ISDU handler. The Message handler waits on the ISDUMsg service to complement the already acquired PD / Event.
SM: Message_Ready_7	ULink data ready
CreateMessage_8	Compile Message for next ULink from PDInMsg.req, EventMsg.req and ISDUMsg.rsp services (see submachine). For the Message encoding of the ULink control octet see Figure A.4.

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	DL-mode handler activates Message handler via MH_Conf_ACTIVE.
T2	1	2	Service PL_Transfer_ind indicates a received (or lost) DLink. If PL_Transfer_ind delivers pos. Acknowledge, set IMACounter = 0, Set RetryCounter = 0. If PL_Transfer_ind delivers neg. Acknowledge, increment RetryCounter.
T3	2	3	-
T4	2	3	A real-time fault shall be reported via invocation of service DL_MaxRetry, which leads to D_IOLW_Retry_Error generated by application (see 10.9.3). NOTE The parameter MaxRetry is delivered via service DL_SetParam.
T5	3	4	Invoke MCmd.ind, ISDUMsg.ind, EventMsg.cnf and PDOutMsg.ind service indications to distribute received W-Messages. Acquire PDIn through invocation of the service UpLinkAck(PDHANDLER, RemainingLength, Acknowledge).
T6	4	5	If PDInMsg.req(SendWMessage=YES): Place W-Message to ULink payload and decrease RemainingLength with the delivered length from PDInMsg.req – 1 (for control octet). Acquire Event through invocation of the service UpLinkAck(EVENTHANDLER, RemainingLength, Acknowledge). SubCycleCounterOut, SubCycleCounterIn). If MasterCommand = DeviceOperate: set CycleCounterOut = 0 and set CycleCounterIn = 0. Increment SubCycleCounterIn and SubCycleCounterOut by 1. If SubCycleCounterOut = WMasterCycleTimeOut: set SubCycleCounterOut = 0. If SubCycleCounterIn = WMasterCycleTimeIn: set SubCycleCounterIn = 0. For conversion of WMasterCycleTime to W-Sub-cycle see C.4.12.
T7	5	6	If EventMsg.req(SendWMessage=YES): Place W-Message to ULink payload and decrease RemainingLength with the delivered length from PDInMsg.req – 1 (for control octet). Acquire ISDU through invocation of the service UpLinkAck(ISDUHANDLER, RemainingLength, Acknowledge).
T8	6	7	If ISDUMsg.rsp(SendWMessage=YES): Place W-Message to ULink payload and set RemainingLength to 2 (SSlot-W-Device) or 15 (DSlot-W-Device).
T9	8	1	No ULink-Data have to be sent. Increment IMACounter.
T10	8	1	Invoke service PL_Transfer.req(Data, DataLength) with ULink-Data for transmission to W-Master.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T11	8	1	To indicate its presence to W-Master, the W-Device shall send an IMA-Frame, if IMACounter >= SendIMA through invocation of service PL_Transfer.req(DataLength=0).
T12	1	0	The W-Device Message handler changes state to Inactive_0.

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
RemainingLength	Variable	Remaining length in ULink payload.
RetryCounter	Variable	Counter for not acknowledged ULinks.
IMACounter	Variable	Counter to send ULink-IMA-frames.
SendIMA	Variable	Limit for IMACounter (see T11) to send an IMA-ULink to W-Master. This value is calculated by the following formula: SendIMA = (IMATime in W-Sub-cycle)-MaxRetry-10
SubCycleCounterOut	Variable	Counter for W-Sub-cycle of the WMasterCycleTimeOut
SubCycleCounterIn	Variable	Counter for W-Sub-cycle of the WMasterCycleTimeIn

6.6.5 Compilation of ULink control octet

The Device Message handler (see Figure 61) shall compile the control octet for an ULink delivered via the corresponding DL-B handler as defined in Table 48. See Figure A.4 for definition of ULink control octet.

Table 48 – Compilation of uplink control octet

Compiled control octet → handler: ↓	Channel Code (ChC) (created by Message handler)	Flow Control (FC) (delivered by handler) See NOTE	Data follows
PDInMsg.req	1 (Process data in)	FlowCtrl	Yes
		FlowCtrl = ABORT	No
	2 (Process data in invalid)	—	No
EventMsg.req	4 (EVENT)	FlowCtrl	Yes
		FlowCtrl = EOS or ABORT	No
ISDUMsg.rsp	3 (ISDU)	FlowCtrl	Yes
		FlowCtrl = EOS or ABORT	No
IMA uplink	No control octet needed. See Table 30		
NOTE For uplink W-Messages the length of data is coded in the Flow Control.			

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7 Data Link Layer DL-B

7.1 DL-B services

7.1.1 Overview of services within W-Master and W-Device

This Clause 7 defines the services of the Data Link Layer to be provided to the Application Layer and system management via its external interfaces. Table 49 lists the assignments of W-Master and W-Device to their roles as initiator or receiver for the individual DL services. Empty fields indicate no availability of this service on W-Master or W-Device.

Table 49 – Service assignments within W-Master and W-Device

Service name	W-Master	W-Device
DL_PDCycle	I	I
DL_PDInputTransport	I	
DL_Control	I, R	I, R
DL_PDOutputUpdate	R	
DL_PDOutputTransport		I
DL_PDInputUpdate		R
DL_Event	I	R
DL_ISDUTransport	R	I
DL_ISDUAbort	R	I
DL_TDConfig	R	
DL_Read	R	I
DL_Write	R	I
DL_SetMode	R	
DL_Mode	I	I
DL_MaxRetry		I
DL_SetParam	R	R
Key (see 3.3.5) All services are defined from the view of the affected layer towards the layer above. I Initiator of a service (towards the layer above) R Receiver (responder) of a service (from the layer above)		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.1.2 DL_PDCycle (W-Master and W-Device)

The Data Link Layer uses the DL_PDCycle service to indicate the end of a WMasterCycleTime period after start of Process Data transmission to the Application Layer. This service has no parameters. The service primitives are listed in Table 50.

Table 50 – DL_PDCycle

Parameter Name	.ind
<none>	

7.1.3 DL_PDInputTransport (W-Master)

The Data Link Layer on the W-Master uses the DL_PDInputTransport service to transfer the content of input data (Process Data from W-Device to W-Master) to the Application Layer. The parameters of the service primitives are listed in Table 51.

Table 51 – DL_PDInputTransport

Parameter Name	.ind
Argument	M
InputData	M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

InputData:

This parameter contains the Process Data to be transmitted to the Application Layer.

Parameter type: Octet string

7.1.4 DL_Control (W-Master and W-Device)

The W-Master uses the DL_Control service to convey control information via the process data channel to the corresponding technology specific W-Device application and to get control information via the PD handler (see Clause A.9 PDVALID PDINVALID). The parameters of the service primitives are listed in Table 52.

Table 52 – DL_Control

Parameter Name	.req	.ind
Argument	M	M
ControlCode	M	M(=)

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

ControlCode:

This parameter indicates the status of the Process Data (PD)

Permitted values:

PDIN_VALID (Input Process Data valid)

PDIN_INVALID (Input Process Data invalid)

PDOUT_VALID (Output Process Data valid)

PDOUT_INVALID (Output Process Data invalid or missing)

7.1.5 DL_PDOutputUpdate (W-Master)

The W-Master's Application Layer uses the DL_PDOutputUpdate service to update the output data (Process Data from W-Master to W-Device) on the Data Link Layer. The parameters of the service primitives are listed in Table 53.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 53 – DL_PDOutputUpdate

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
OutputData	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

OutputData:

This parameter contains the Process Data provided by the Application Layer.

Parameter type: Octet string

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

NO_COMM (no communication available),

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

7.1.6 DL_PDOutputTransport (W-Device)

The Data Link Layer on the W-Device uses the DL_PDOutputTransport service to transfer the content of output Process Data to the Application Layer (from W-Master to W-Device). The parameters of the service primitives are listed in Table 54.

Table 54 – DL_PDOutputTransport

Parameter Name	.ind
Argument	M
OutputData	M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

OutputData:

This parameter contains the Process Data to be transmitted to the Application Layer.

Parameter type: Octet string

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.1.7 DL_PDInputUpdate (W-Device)

The W-Device's Application Layer uses the DL_PDInputUpdate service to update the input data (Process Data from W-Device to W-Master) on the data link layer. The parameters of the service primitives are listed in Table 55.

Table 55 – DL_PDInputUpdate

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
InputData	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

InputData:

This parameter contains the Process Data provided by the Application Layer.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

NO_COMM (no communication available),

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.1.8 DL_Event (W-Master and W-Device)

The service DL_Event transfers a status or error information. The W-Device application triggers the Event transfer. Additional DL_Event requests are ignored until the previous one has been confirmed (see Figure 63). The parameters of the service primitives are listed in Table 56.

Table 56 – DL_Event

Parameter Name	.req	.ind	.rsp	.cnf
Argument	M	M		
Instance	M	M		
Type	M	M		
Mode	M	M		
EventCode	M	M		

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

Instance:

This parameter indicates the Event source.

Permitted values: Application (see Table A.6 and IEC 61131-9:2022, Table A.17)

Type:

This parameter indicates the Event category.

Permitted values: ERROR, WARNING, NOTIFICATION (see Table A.8 and IEC 61131-9:2022, Table A.19).

Mode:

This parameter indicates the Event mode.

Permitted values: SINGLESHOT, APPEARS, DISAPPEARS (see Table A.9 and IEC 61131-9:2022, Table A.20).

EventCode:

This parameter contains a code identifying a certain Event (see Annex D and IEC 61131-9:2022, Table D.1)

Parameter type: 16 bit unsigned integer

7.1.9 DL_ISDUTransport (W-Master and W-Device)

The DL_ISDUTransport service is used to transport an ISDU. This service is used by the W-Master to send a service request from the W-Master Application Layer to the W-Device. It is used by the W-Device to send a service response to the W-Master from the W-Device Application Layer. The parameters of the service primitives are listed in Table 57.

Table 57 – DL_ISDUTransport

Parameter Name	.req	.ind	.rsp	.cnf
Argument	M	M		
ValueList	M	M		
Result (+)			S	S
Data			C	C
Qualifier			M	M
Result (-)			S	S
ISDUTransportErrorInfo			M	M

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

ValueList:

This parameter contains the relevant operating parameters

Parameter type: Record

Index:

Permitted values: 0 to 65 535

In case of a low energy W-Device the indexes from Table C.18 are not allowed to read or write by a W-Master and shall return a STATE_CONFLICT

Subindex:

Permitted values: 0 to 255

Data:

Parameter type: Octet string

Direction:

Permitted values:

READ (Read operation),

WRITE (Write operation)

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Data:

Parameter type: Octet string

Qualifier:

Permitted values: an I-Service W-Device response according to 7.4.4 and A.11.1, see Table 74.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ISDUTransportErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

NO_COMM (no communication available),

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state),

ISDU_TIMEOUT (ISDU acknowledgement time elapsed, see Figure 68 and IEC 61131-9:2022, Table 97)

VALUE_OUT_OF_RANGE (Service parameter value violates range definitions)

7.1.10 DL_ISDUAbort (W-Master and W-Device)

The DL_ISDUAbort service aborts the current ISDU transmission. The service primitives are listed in Table 58.

Table 58 – DL_ISDUAbort

Parameter Name	.req	.ind
<none>		

7.1.11 DL_TDConfig (W-Master)

The DL_TDConfig service is used to configure the mapping of a W-Port to the corresponding W-Track and Slot via W-Port Configuration Manager / System Management. The service primitives are listed in Table 59.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 59 – DL_TDConfig (W-Master)

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
ValueList	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

ValueList:

This parameter contains the parameters for the TDmapper. Parameter type: Record

Track_N:

This parameter contains the W-Track number.

Permitted values: 0 to 4

Slot_N:

This parameter contains the Slot number for the corresponding W-Device.

Permitted values: 0 to 7

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

7.1.12 DL_Read (W-Master and W-Device)

The DL_Read service is used by system management to read a W-Device parameter value in Direct Parameter Page 1 or in the SDCI wireless specific index range via ISDU. Therefore DL_Read uses the DL_ISDUTransport service. The parameters of the service primitives are listed in Table 60.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 60 – DL_Read

Parameter Name	.req	.ind	.rsp	.cnf
Argument	M	M		
Index	M	M		
Subindex	M	M		
Result (+)			M	S
Value			M	M(=)
Result (-)				S
ErrorInfo				M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

Index:

This parameter contains the Index of the W-Device parameters in Direct Parameter Page 1 or in the SDCI wireless specific index range (see Table C.3 and Table C.1).

Permitted values: see Table C.12 and Table C.3.

In case of a Low Energy W-Device the indexes from Table C.18 are not allowed to read or write by a W-Master and shall return STATE_CONFLICT.

Subindex:

This parameter contains the Subindex of the W-Device parameter in Direct Parameter Page 1 (see Table C.1) or in the SDCI wireless specific index range.

Permitted values: For Page 1, values 1 to 15, for SDCI wireless specific indices, see Clause C.4.

Value:

This parameter contains the W-Device parameter value to be written.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Value:

This parameter contains read W-Device parameter values.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

NO_COMM	(no communication available),
STATE_CONFLICT	(service unavailable within current state)
ISDU_TIMEOUT	(ISDU acknowledgement time elapsed, see Figure 68 and IEC 61131-9:2022, Table 97).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.1.13 DL_Write (W-Master and W-Device)

The DL_Write service is used by system management to write a W-Device parameter value to Direct Parameter Page 1 or to the SDCI wireless specific index range via ISDU. Therefore DL_Write uses the ISDUMsg service for ISDU and the MCmd service in case of a Master command. The parameters of the service primitives are listed in Table 61.

Table 61 – DL_Write

Parameter Name	.req	.ind	.cnf
Argument	M	M	
Index	M	M	
Subindex	M	M	
Value	M	M	
Result (+)			S
Result (-)			S
ErrorInfo			M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

Index:

This parameter contains the Index of the W-Device parameters in Direct Parameter Page 1 or in the SDCI wireless specific index range (see Table C.3 and Table C.1).

Permitted values: see Table C.12 and Table C.3.

In case of a low energy W-Device, the indexes from Table C.18 are not allowed to read or write by a W-Master and shall return STATE_CONFLICT.

Subindex:

This parameter contains the Subindex of the W-Device parameter in Direct Parameter Page 1 (see Table C.1) or in the SDCI wireless specific index range.

Permitted values: For Page 1 values 1 to 15, for wireless specific indices, see Clause C.4.

Value:

This parameter contains the W-Device parameter value to be written.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

NO_COMM	(no communication available)
STATE_CONFLICT	(service unavailable within current state)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.1.14 DL_SetMode (W-Master)

The DL_SetMode service is used by system management to set up the Data Link Layer's state machines and to send the characteristic values required for operation to the Data Link Layer. The parameters of the service primitives are listed in Table 62.

Table 62 – DL_SetMode

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
Mode	M	
ValueList	U	
Result (+)		S
W-Port		M
Result (-)		S
W-Port		M
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

Mode:

This parameter indicates the requested mode of the W-Master's DL on an individual W-Port.

Permitted values:

INACTIVE (handler shall change to the INACTIVE state),

STARTUP (handler shall change to STARTUP state),

PREOPERATE (handler shall change to PREOPERATE state),

OPERATE (handler shall change to OPERATE state)

ValueList:

This parameter contains the relevant operating parameters.

Data structure: record

PDInputLength: Shall be propagated to Message handler and PDIn handler.

PDOutputLength: Shall be propagated to Message handler.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

W-Port:

This parameter contains the number of the related W-Port.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

W-Port:

This parameter contains the number of the related W-Port.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state),

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

7.1.15 DL_Mode (W-Master and W-Device)

The DL uses the DL_Mode service to report to system management that a certain operating status has been reached. The parameters of the service primitives are listed in Table 63.

Table 63 – DL_Mode

Parameter Name	.ind
Argument	M
W-Port	C
RealMode	M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

RealMode:

This parameter indicates the status of the DL-mode handler.

Permitted values:

INACTIVE	(handler changed to the INACTIVE state)
COMLOST	(communication lost)
ACTIVE	(handler changed to the ACTIVE state)
STARTUP	(handler changed to the STARTUP state)
PREOPERATE	(handler changed to the PREOPERATE state)
OPERATE	(handler changed to the OPERATE state)

7.1.16 DL_MaxRetry (W-Device)

The service DL_MaxRetry indicates a real-time fault to application for W-Device dependent error handling, when RetryCounter exceeded the configured value MaxRetry.

The parameters of the service are listed in Table 64.

Table 64 – DL_MaxRetry

Parameter Name	.ind
<none>	

7.1.17 DL_SetParam (W-Master and W-Device)

The DL_SetParam service is used to change parameters for retry and IMA handling in the Message handler. The parameters of the service primitives are listed in Table 65.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 65 – DL_SetParam

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
ParameterList	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

ParameterList:

This parameter contains the configured communication parameters for a W-Device.

Parameter type: Record

Record Elements:

MAXRetry:

This parameter contains the maximum number of allowed retries in count of W-Sub-Cycles (see C.4.4.4). This info is delivered to the Message handler and the W-Master-PDOut handler.

IMATime:

This parameter contains the I am alive time (see C.4.4.3). This info is delivered to the Message handler.

MaxPDSegLength (only W-Master):

This parameter contains the maximum segment length of the PDOut data to the Message handler to distribute PDOut data within multiple W-Cycles. This info is delivered to the W-Master-PDOut handler.

LowEnergyDevice:

This info is delivered to the CommandHandler, ISDU handler and Process Data handler to switch a low energy W-Device to PreDownLink or FullDownLink.

Permitted values: YES, NO.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

VALUE_OUT_OF_RANGE (service parameter value violates range definitions)

7.2 DL-mode handler

7.2.1 General

The W-Master DL-mode handler is responsible for establishing communication using services of the Physical Layer (PL) and internal administrative calls to control and monitor the states of other handlers.

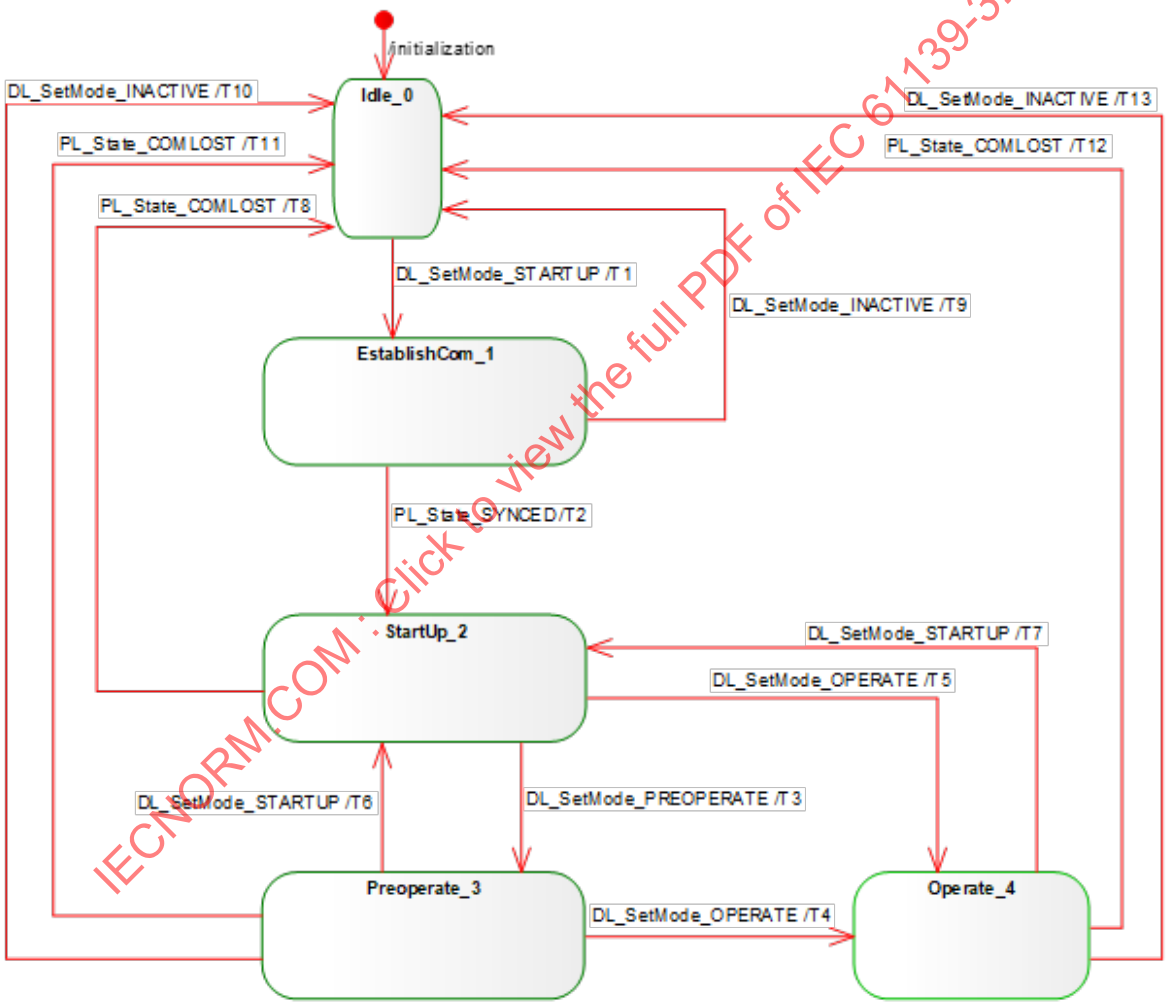
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

The W-Device DL-mode handler receives MasterCommands to synchronize with the W-Master DL-mode handler states STARTUP, PREOPERATE, OPERATE and manages the activation and deactivation of handlers as appropriate.

7.2.2 State machine of the W-Master DL-mode handler

After reception of the service DL_SetMode(STARTUP) from system management, the W-Master waits for synchronization with the W-Device.

The purpose of state "Startup_2" is to check a W-Device's identity in state "PreOperate_3", the W-Master may assign parameters to the W-Device using ISDUs. Cyclic exchange of Process Data is performed in state "Operate". Within this state additional data such as Commands, Events and ISDUs can be transmitted. Figure 51 shows the state machine of the W-Master DL-mode handler.



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 51 – State machine of the W-Master DL-mode handler

Table 66 shows the state transition tables of the W-Master DL-mode handler.

Table 66 – State transition tables of the W-Master DL-mode handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Idle_0	Waiting for communication request from System Management (SM): DL_SetMode (STARTUP)
EstablishCom_1	Waiting for synchronization with W-Device
Startup_2	System Management uses the STARTUP state for W-Device identification, check and communication configuration (see Figure 80).
Preoperate_3	Commands, Events and ISDU without Process Data
Operate_4	Process Data, Commands, Events and ISDU

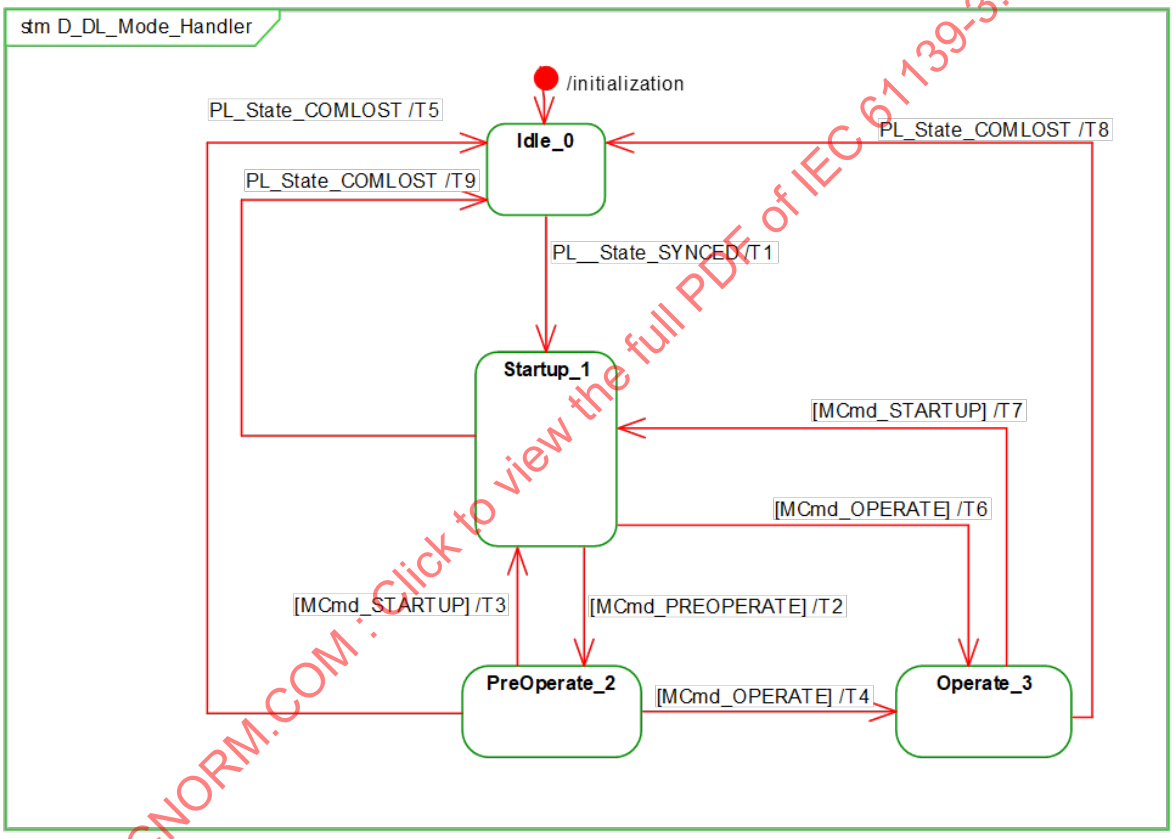
TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	Invoke MH_Conf_ACTIVE to activate Message handler.
T2	1	2	Activate Command handler (call CH_Conf_ACTIVE see) and ISDU handler (call IH_Conf_ACTIVE see Figure 58) Indicate state via service DL_Mode.ind (ACTIVE) and DL_Mode.ind (STARTUP) to SM.
T3	2	3	SM requested the PREOPERATE state. Activate Event handler (call EH_Conf_ACTIVE see Figure 64). Invoke DL_Mode.ind (PREOPERATE) to SM.
T4	3	4	SM requested the OPERATE state. Activate the Process Data handler (PD_Conf_ACTIVE see PDHandler W-Master). Invoke DL_Mode.ind (OPERATE) to SM.
T5	2	4	SM requested the OPERATE state. Activate the Process Data handler (call PD_Conf_ACTIVE see Figure 57) and Event handler (call EH_Conf_ACTIVE see Figure 62). Invoke DL_Mode.ind (OPERATE) to SM.
T6	3	2	SM requested the STARTUP state. Deactivate Event handler (call EH_Conf_INACTIVE). Invoke DL_Mode.ind (STARTUP) to SM.
T7	4	2	SM requested the STARTUP state. Deactivate Process Data (call PD_Conf_INACTIVE) and Event handler (call EH_Conf_INACTIVE). Invoke DL_Mode.ind (STARTUP) to SM.
T8	2	0	Physical Layer delivers state through Service PL_State.ind(COMLOST) Deactivate all handlers (call xx_Conf_INACTIVE). Indicate state via service DL_Mode.ind (COMLOST) to SM.
T9	1	0	SM requested the INACTIVE state. Deactivate all handlers (call xx_Conf_INACTIVE). Invoke DL_Mode.ind (INACTIVE) to SM.
T10	3	0	SM requested the INACTIVE state. Deactivate all handlers (call xx_Conf_INACTIVE). Invoke DL_Mode.ind (INACTIVE) to SM.
T11	3	0	Physical Layer delivers state through Service PL_State.ind(COMLOST) Deactivate all handlers (call xx_Conf_INACTIVE). Indicate state via service DL_Mode.ind (COMLOST) to SM (see Figure 80)
T12	4	0	Physical Layer delivers state through Service PL_State.ind(COMLOST) Deactivate all handlers (call xx_Conf_INACTIVE). Indicate state via service DL_Mode.ind (COMLOST) to SM
T13	4	0	SM requested the INACTIVE state. Deactivate all handlers (call xx_Conf_INACTIVE). Invoke DL_Mode.ind (INACTIVE) to SM.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
xx_Conf_ACTIVE	Call	This call activates the respective handler. xx is substitute for MH (Message handler), IH (ISDU handler), CH (Command handler), or EH (Event handler)
xx_Conf_INACTIVE	Call	This call deactivates the respective handler. xx is substitute for MH (Message handler), IH (ISDU handler), CH (Command handler), PD (PD handler) or EH (Event handler)

7.2.3 State machine of the W-Device DL-mode handler

Figure 52 shows the state machine of the W-Device DL-mode handler. In state PreOperate_2 and Operate_3 different sets of handlers within the W-Device are activated.



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 52 – State machine of the W-Device DL-mode handler

Table 67 shows the state transition tables of the W-Device DL-mode handler.

Table 67 – State transition tables of the W-Device DL-mode handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Idle_0	Waiting for established connection
Startup_1	Compatibility check (see Figure 81)
PreOperate_2	On-request Data exchange (parameter, commands, Events) without Process Data
Operate_3	Process Data (PD) and On-request Data exchange (parameter, commands, Events)

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	Physical Layer delivers state through service PL_State.ind(SYNCED). Activate Message handler (call MH_Conf_ACTIVE in Figure 49) , ISDU handler (call IH_Conf_ACTIVE in Figure 59) and Command handler (call CH_Conf_ACTIVE in Figure 61). Indicate state via service DL_Mode.ind (ACTIVE) to SM.
T2	1	2	W-Device command handler received MasterCommand (MCmd_PREOPERATE). Activate Event handler (call EH_Conf_ACTIVE in Figure 64). Indicate state via service DL_Mode.ind (PREOPERATE) to SM.
T3	2	1	W-Device command handler received MasterCommand (MCmd_STARTUP). Deactivate Event handler (call EH_Conf_INACTIVE in Figure 64). Indicate state via service DL_Mode.ind (STARTUP) to SM.
T4	2	3	W-Device command handler received MasterCommand (MCmd_OPERATE). Activate Process Data handler (call PD_Conf_ACTIVE in Figure 56). Indicate state via service DL_Mode.ind (OPERATE) to SM.
T5	2	0	Physical Layer delivers state through Service PL_State.ind(COMLOST). Deactivate all handlers (call xx_Conf_INACTIVE). Indicate state via service DL_Mode.ind (INACTIVE) to SM (see Figure 89 and Table 125)
T6	1	3	W-Device command handler received MasterCommand (MCmd_OPERATE). Activate Process Data handler (call PD_Conf_ACTIVE in Figure 56) and Event handler (call EH_Conf_ACTIVE in Figure 64). Indicate state via service DL_Mode.ind (OPERATE) to SM.
T7	3	1	W-Device command handler received MasterCommand (MCmd_STARTUP). Deactivate Process Data handler (call PD_Conf_INACTIVE in Figure 56) and Event handler (call EH_Conf_INACTIVE in Figure 64). Indicate state via service DL_Mode.ind (STARTUP) to SM.
T8	3	0	Physical Layer delivers state through Service PL_State.ind(COMLOST). Deactivate all handlers (call xx_Conf_INACTIVE). Indicate state via service DL_Mode.ind (INACTIVE) to SM (see Figure 89 and Table 125)
T9	1	0	Physical Layer delivers state through Service PL_State.ind(COMLOST). Deactivate all handlers (call xx_Conf_INACTIVE). Indicate state via service DL_Mode.ind (INACTIVE) to SM (see Figure 89 and Table 125)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.3 Process Data handler

7.3.1 General

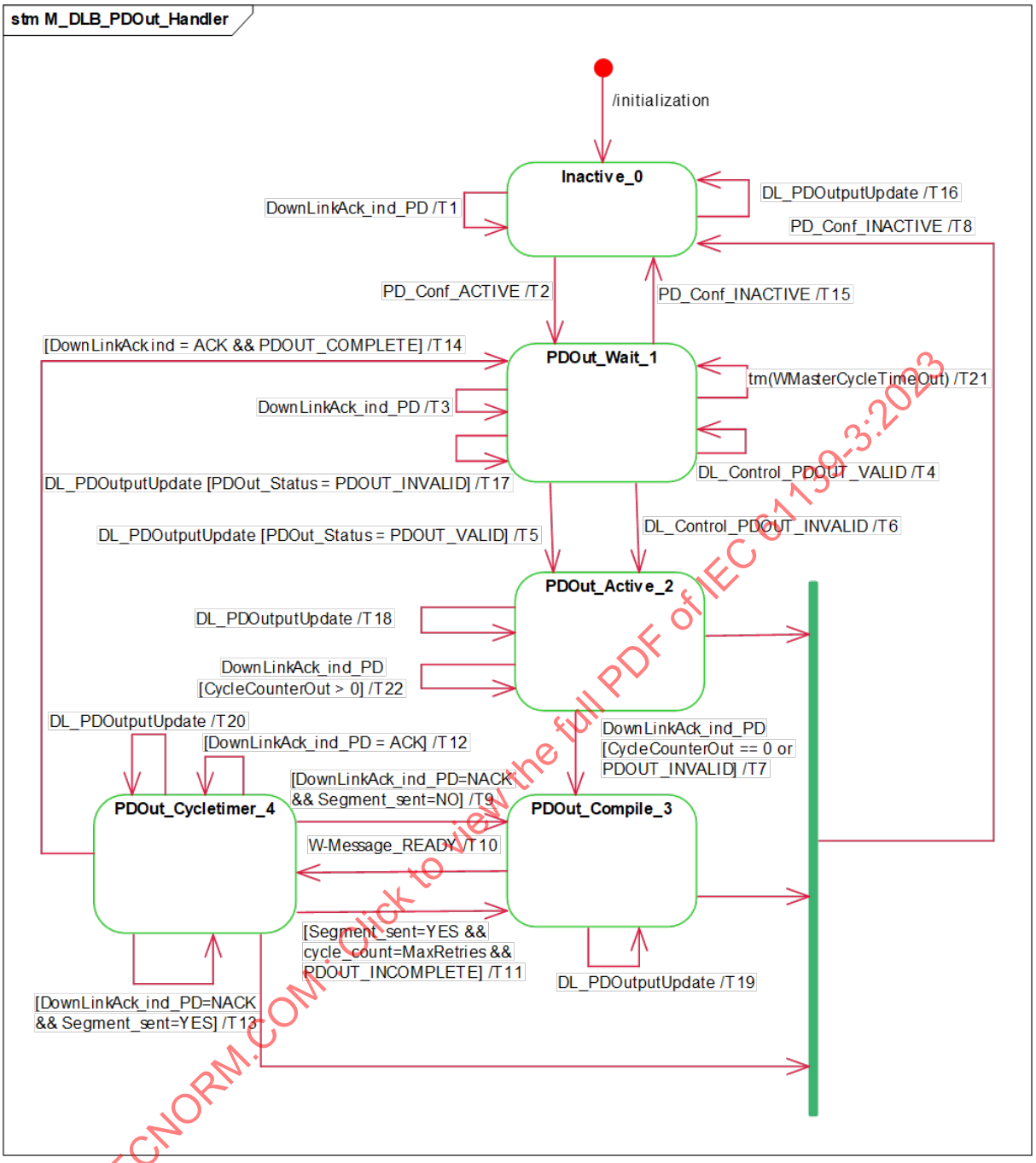
The transport of output Process Data is performed using the services DL_PDOutputUpdate and DL_PDOutputTransport.

Via service DL_Control Process Data can be set to valid or invalid.

7.3.2 State machine of the W-Master Process Data Out handler

7.3.2.1 General

Figure 53 shows the state machine for W-Master PDOut handler. Table 68 specifies the state transition tables of the W-Master PDOut handler.



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 53 – State machine for W-Master PDOut handler

Table 68 – State Transition tables of the W-Master PDOut handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Inactive_0	Waiting for activation by the W-Device DL-mode handler through PD_Conf_ACTIVE (see Table 67, Transition T1).
PDOut_Wait_1	Waiting for DL_PDOutputUpdate from application.
PDOut_Active_2	handler active and waiting on DownLinkAck_ind_PD.
PDOut_Compile_3	Compile W-Message under conditions of DLink Control Octet (see Figure A.3, DLink control octet) Maximum segment length shall be limited by parameter MaxPDSegLength (via DL_SetParam) to distribute PDOut data (see Figure H.6. PDOut distribution sequence chart) Set Variable PDOut_Completion to PDOUT_COMPLETE if all PDOut data octets are transmitted otherwise set to PDOUT_INCOMPLETE. PDOut-Data transmission uses the mechanism of segmented data transfer, see 7.7.2 "Transmission of segmented data (PD, EV, ISDU)". For Retry-Handling see 7.7.3 "Retry-Handling of segmented Data (PD, EV, ISDU)".
PDOut_Cycletimer_4	Handle timing / distribution for PDOut segmented data within multiple W-Sub-cycles. If a data segment was not acknowledged, send retry immediately with next W-Sub-cycle. In case of an acknowledged data segment wait for „x" W-Sub-cycles and send the next data segment (distribution). NOTE „x" = MaxRetry

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	0	No Process Data (PDOut) to send, invoke PDOutMsg.req(SendWMessage = NO).
T2	0	1	*W-Master DL-mode handler enables Process Data handler via PD_Conf_ACTIVE.* Set PD_Out_Status to PDOUT_INVALID
T3	1	1	No Process Data (PDOut) to send, invoke PDOutMsg.req(SendWMessage = NO).
T4	1	1	Set PD_Out_Status to PDOUT_VALID.
T5	1	2	In case of low energy W-Device: Invoke MCmd.req(FullDLink) and wait for pos. Acknowledge from Cmd handler to switch low energy W-Device to FullDownLink. Start Timer "WMasterCycleTimeOut".
T6	1	2	In case of low energy W-Device: Invoke MCmd.req(FullDLink) and wait for pos. Acknowledge from Cmd handler to switch a low energy W-Device to FullDownLink.
			Set PD_Out_Status to PDOUT_INVALID.
T7	2	3	Set cycle_count = 0
T8	2, 3, 4	0	*W-Master DL-mode handler disables Process Data handler via PD_Conf_INACTIVE.*
T9	4	3	Increase cycle_count, if cycle_count equals MaxRetries set cycle_count back to 0. *Resend data in next W-Message (retry.)*
T10	3	4	If „PD_Out_Status = PDOUT_INVALID" invoke PDOutMsg.req(PDOutInvalid), otherwise invoke PDOutMsg.req to output Process Data with maximum Length of MaxPDSegLength octets to Message handler PDOutMsg.req(SendWMessage = YES, Slot_N, Data, Length, FlowCtrl).
T11	4	3	Set cycle_count = 0, Set Segment_sent = NO (send new segment in next W-Message).
T12	4	4	Set Segment_sent = YES, no Process Data (PDOut) to send, invoke PDOutMsg.req(SendWMessage = NO). Increase cycle_count.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T13	4	4	No Process Data (PDOut) to send, invoke PDOutMsg.req(SendWMessage = NO). Increase cycle_count.
T14	4	1	*Last PDOut transmission (last segment) is complete and acknowledged.* In case of low energy W-Device: Invoke MCmd.req(PreDLink) to switch low energy W-Device back to PreDownLink. If „PD_Out_Status = PDOUT_VALID" invoke DL_PDOutputUpdate.cnf
T15	1	0	*W-Master DL-mode handler disables Process Data handler via PD_Conf_INACTIVE.*
T16	0	0	Invoke DL_PDOutputUpdate.cnf(NO_COMM)
T17	1	1	Invoke DL_PDOutputUpdate.cnf(STATE_CONFLICT)
T18	2	2	Invoke DL_PDOutputUpdate.cnf(STATE_CONFLICT)
T19	3	3	Invoke DL_PDOutputUpdate.cnf(STATE_CONFLICT)
T20	4	4	Invoke DL_PDOutputUpdate.cnf(STATE_CONFLICT)
T21	1	1	Invoke DL_PDCycle.ind. See NOTE.
T22	2	2	Waiting for new WMasterCycleTimeOut
NOTE To minimize Jitter caused by different transmission qualities, especially with segmented data (variations on the numbers of retries) PDCycle can be used to get an equidistant time between transmission of first data packet and activation of PDCycle.			

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
PD_Out_Status	Variable	Indicate if PDOut is valid or invalid 0 = PDOUT_INVALID 1 = PDOUT_VALID
cycle_count	Variable	Counting variable for W-Sub-cycles
Segment_sent	Variable	Indicate if segment is sent and acknowledged. NO = Segment not sent and acknowledged YES = Segment sent and acknowledged
PDOut_Completion	Variable	Indicate if PDOut transmission is complete. 0 = PDOUT_INCOMPLETE 1 = PDOUT_COMPLETE

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.3.2.2 Sequence diagram for PDOut distribution

The sequence chart in Figure 54 shows an example communication between W-Master Message handler and W-Master PDOut handler, dependent on the following parameters, configured via SM_SetPortConfig / DL_SetParam. The parameters are used to distribute PDOut data in one or more W-Cycles, if e.g. a W-Cycle of 5 ms is not needed.

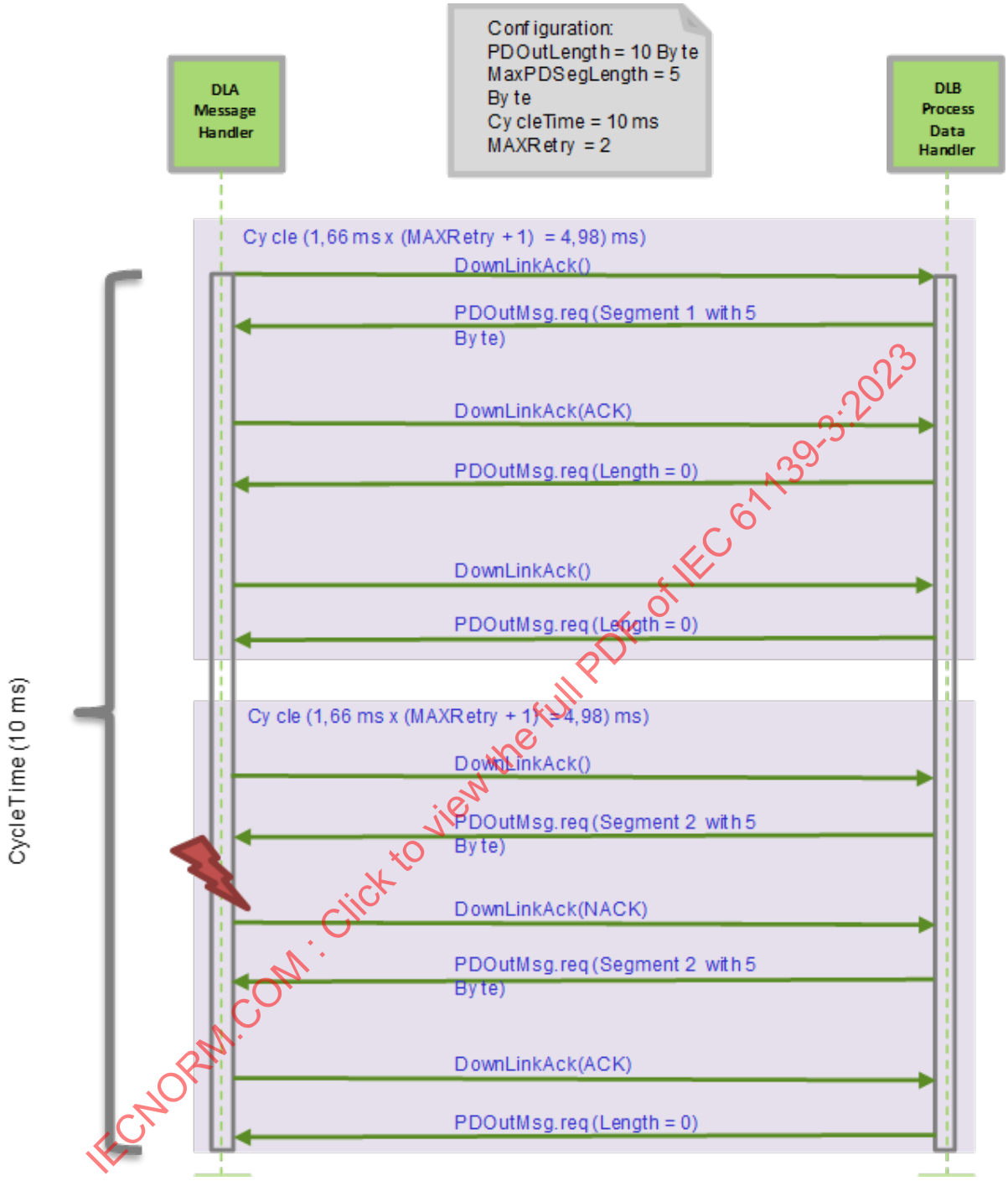
MaxPDSegLength:

Limits the PDOut data, which shall be delivered to the Message handler.

For example, the PDOutData could be split in 2 W-Cycles.

MaxRetry:

Contains the maximum number of allowed retries for the last sent data(segment).



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 54 – Sequence diagram for PDOut distribution

7.3.3 State machine of the W-Master Process Data In handler

Figure 55 shows the state machine of the W-Master Process Data In handler. Table 69 specifies the state transition tables of the W-Master PDIn handler.

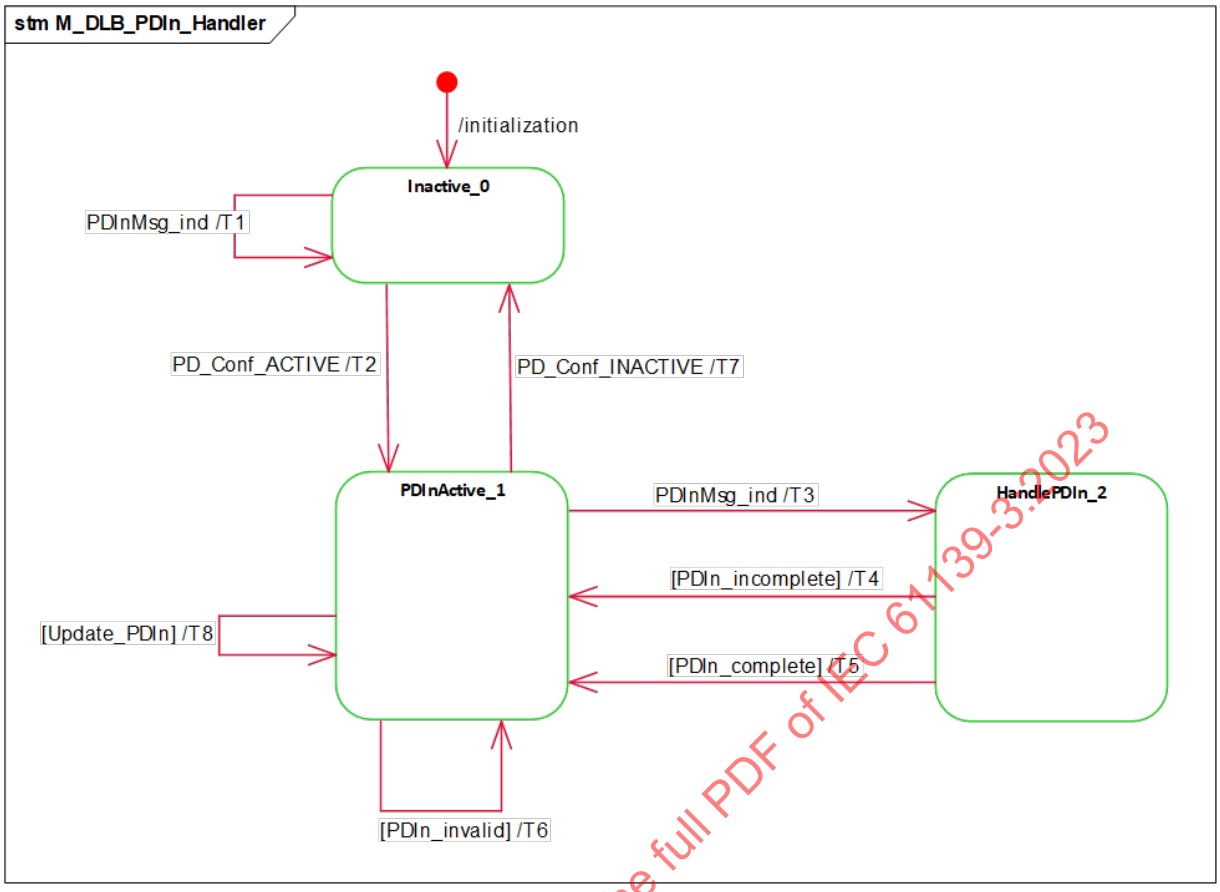


Figure 55 – State machine for W-Master PDIn handler

Table 69 – State transition tables of the W-Master PDIn handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Inactive_0	Waiting for activation by the W-Device DL-mode handler through PD_Conf_ACTIVE (see Table 67, Device DL-Mode-handler Transition T1).
PDInActive_1	handler active and waiting for next Message handler demand via PDInMsg.ind service.
Handle_PDIn_2	Handle PDIn-Data. PDIn-Data transmission uses the mechanism of segmented data transfer, see. 7.7.2. For Retry-Handling see 7.7.3.

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	0	Ignore Process Data (PDIn).
T2	0	1	W-Master DL-mode handler enables Process Data handler via PD_Conf_ACTIVE.
T3	1	2	Message handler delivers input Process Data or segment of input Process Data.
T4	2	1	-
T5	2	1	-
T6	1	1	DLink control octet contained "Process Data In Invalid". If PDIn_Status = PDIN_VALID, set PDIn_Status = PDIN_INVALID Invoke DL_Control.ind (PDIN_INVALID).
T7	1	0	W-Master DL-mode handler disables Process Data handler via PD_Conf_INACTIVE.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T8	1	1	Invoke DL_PDInputTransport.ind (see 7.1.3) If PDIn_Status = PDIN_INVALID, set PDIn_Status = PDIN_VALID Invoke DL_Control.ind (PDIN_VALID).

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
PDIn_Status	Variable	Indicate if PDIn is valid or invalid 0 = PDIN_INVALID 1 = PDIN_VALID
PDIn_complete	Guard	All segments have been received, PDIn data is complete and received data length of all segments are equal to the W-Device ProcessDataIn (see Table C.1)
PDIn_incomplete	Guard	PDIn data is incomplete, wait for next data segment or received data length of all segments are not equal to the W-Device ProcessDataIn (see Table C.1)
Update_PDIn	Guard	To reduce Jitter the PDIn is updated at the end of a WMasterCycleTimeIn. Update_PDIn is triggered if [PDIn_complete] && DownLinkAck_Ind_PD [SubCycleCounterIn = WMasterCycleTimeIn – 1]
PDIn_invalid	Service	PDInMsg.ind delivered PDIN_INVALID (via ControlOctet)

7.3.4 State machine of the W-Device Process Data Out handler

Figure 56 shows the state machine of the W-Device Process Data Out handler. Table 70 specifies the state transition tables of the W-Device PDOut handler.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

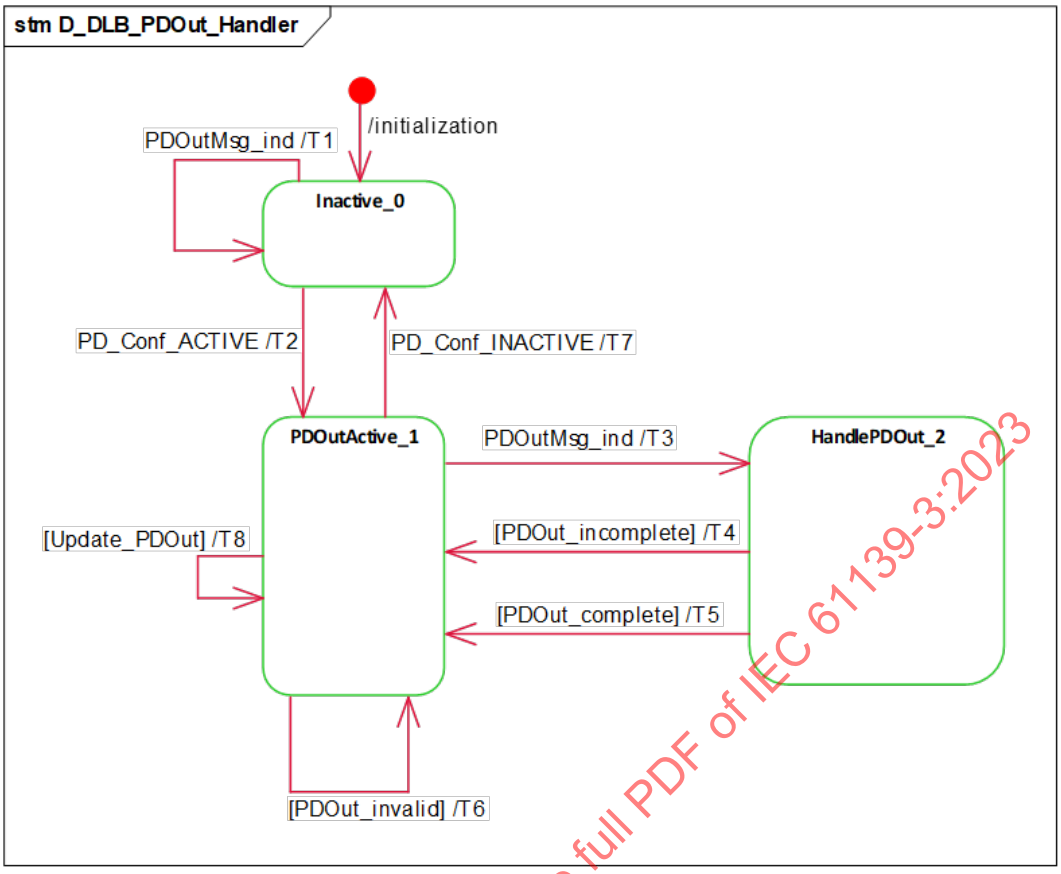


Figure 56 – State machine of the W-Device Process Data Out handler

Table 70 – State transition tables of the W-Device PDOut handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Inactive_0	Waiting for activation by the W-Device DL-mode handler through PD_Conf_ACTIVE (see Table 67, Transition T1).
PDOutActive_1	handler active and waiting on next Message handler demand via PDOutMsg.ind service.
Handle_PDOut_2	Handle PDOut-Data. PDOut-Data transmission uses the mechanism of segmented data transfer, see 7.7.2. For Retry-Handling see 7.7.3 .

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	0	Ignore Process Data (PDOut).
T2	0	1	W-Device DL-mode handler enables Process Data handler via PD_Conf_ACTIVE.
T3	1	2	Message handler delivers output Process Data or segment of output Process Data. Start Timer "MasterCycleTime" (one-shot, not retriggerable) at each start of Process Data reception.
T4	2	1	-
T5	2	1	-
T6	1	1	DLink control octet contained "Process Data Out Invalid". If PDOut_Status = PDOUT_VALID, set PDOut_Status = PDOUT_INVALID Invoke DL_Control.ind (PDOUTINVALID).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T7	1	0	DL-mode handler disables Process Data handler via PD_Conf_INACTIVE.
T8	1	1	Invoke DL_PDOutputTransport.ind (see 7.1.6). If PDOut_Status = PDOUT_INVALID, set PDOut_Status = PDOUT_VALID Invoke DL_Control.ind (PDOUTVALID).

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
PDOut_Status	Variable	Indicate if PDOut is valid or invalid 0 = PDOUT_INVALID 1 = PDOUT_VALID
PDOut_complete	Guard	All segments have been received, PDOut data is complete and received data length of all segments are equal to the W-Device ProcessDataOut (see Table C.1)
PDOut_incomplete	Guard	PDOut data is incomplete, wait for next data segment or received data length of all segments are not equal to the W-Device ProcessDataOut (see Table C.1)
Update_PDOut	Guard	To reduce Jitter the PDOut is updated at the end of a WMasterCycleTimeOut. Update_PDOut is triggered if [PDOut_complete] && UpLinkAck_Ind_PD [SubCycleCounterOut = WMasterCycleTimeOut – 1]
PDOut_invalid	Guard	PDOutMsg.ind delivered PDOUT_INVALID (via ControlOctet)

7.3.5 State machine of the W-Device Process Data In handler

Figure 57 shows the state machine of the W-Device Process Data In handler. Table 71 specifies the state transition tables of the W-Device PDIn handler.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

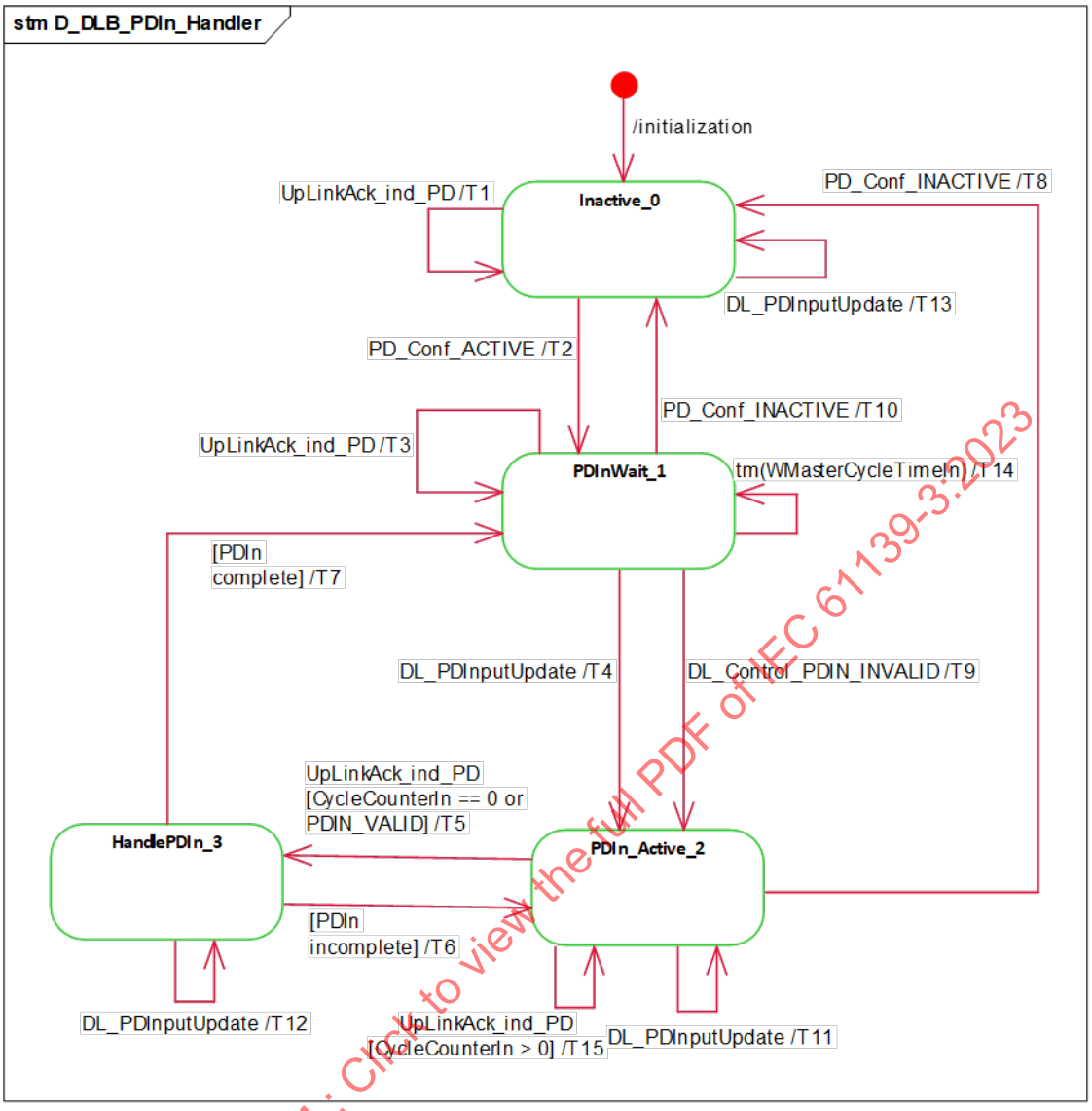


Figure 57 – State machine of the W-Device Process Data In handler

Table 71 – State transition tables of the W-Device PDIn handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Inactive_0	Waiting for activation by the W-Device DL-mode handler through PD_Conf_ACTIVE (see Table 67, Transition T1).
PDInWait_1	Waiting for DL_PDInputUpdate from application.
PDInActive_2	handler active and waiting on UpLinkAck_ind_PD.
Handle_PDIn_3	Handle PDIn-Data. PDIn-Data transmission uses the mechanism of segmented data transfer, see. 7.7.2 Transmission of Segmented Data (PD, EV, ISDU). For Retry-Handling see 7.7.3 "Retry-Handling of segmented Data (PD, EV, ISDU)".

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	0	No Process Data (PDIn) to send, invoke PDInMsg.req(SendWMessage = NO).
T2	0	1	*W-Device DL-mode handler enables Process Data handler via PD_Conf_ACTIVE.*
T3	1	1	No Process Data (PDIn) to send, invoke PDInMsg.req(SendWMessage = NO).
T4	1	2	Prepare input Process Data for PDInMsg.req for next Message handler demand. Start Timer "WMasterCycleTimeIn".
T5	2	3	*Message handler requests PDIn-Data.* Invoke PDInMsg.req to deliver input Process Data to Message handler PDInMsg.req(SendWMessage, Data, Length, FlowCtrl).
T6	3	2	—
T7	3	1	*Last PDIn transmission (last segment) is complete and acknowledged.* Invoke DL_PDInputUpdate.cnf
T8	2	0	*DL-mode handler disables Process Data handler via PD_Conf_INACTIVE.*
T9	1	2	Invoke PDInMsg.req(PDIN_INVALID) to generate „Process Data In Invalid" in ULink control octet.
T10	1	0	*DL-mode handler disables Process Data handler via PD_Conf_INACTIVE.*
T11	2	2	Invoke DL_PDInputUpdate.cnf(STATE_CONFLICT)
T12	3	3	Invoke DL_PDInputUpdate.cnf(STATE_CONFLICT)
T13	0	0	Invoke DL_PDInputUpdate.cnf(NO_COMM)
T14	1	1	Invoke DL_PDCycle.ind.
T15	2	2	Waiting for new WMasterCycleTimeIn

7.4 Indexed Service Data Unit (ISDU) handler

7.4.1 General

The general structure of an ISDU is demonstrated in Figure 38 and specified in detail in IEC 61131-9:2022, Clause A.5.

The ISDU allows accessing data objects (parameters and system commands) to be transmitted.

The data objects shall be addressed by the "Index" element.

7.4.2 State machine of the W-Master ISDU handler

Figure 58 shows the state machine of the W-Master ISDU handler. Table 72 specifies the state transition tables of the W-Master ISDU handler.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

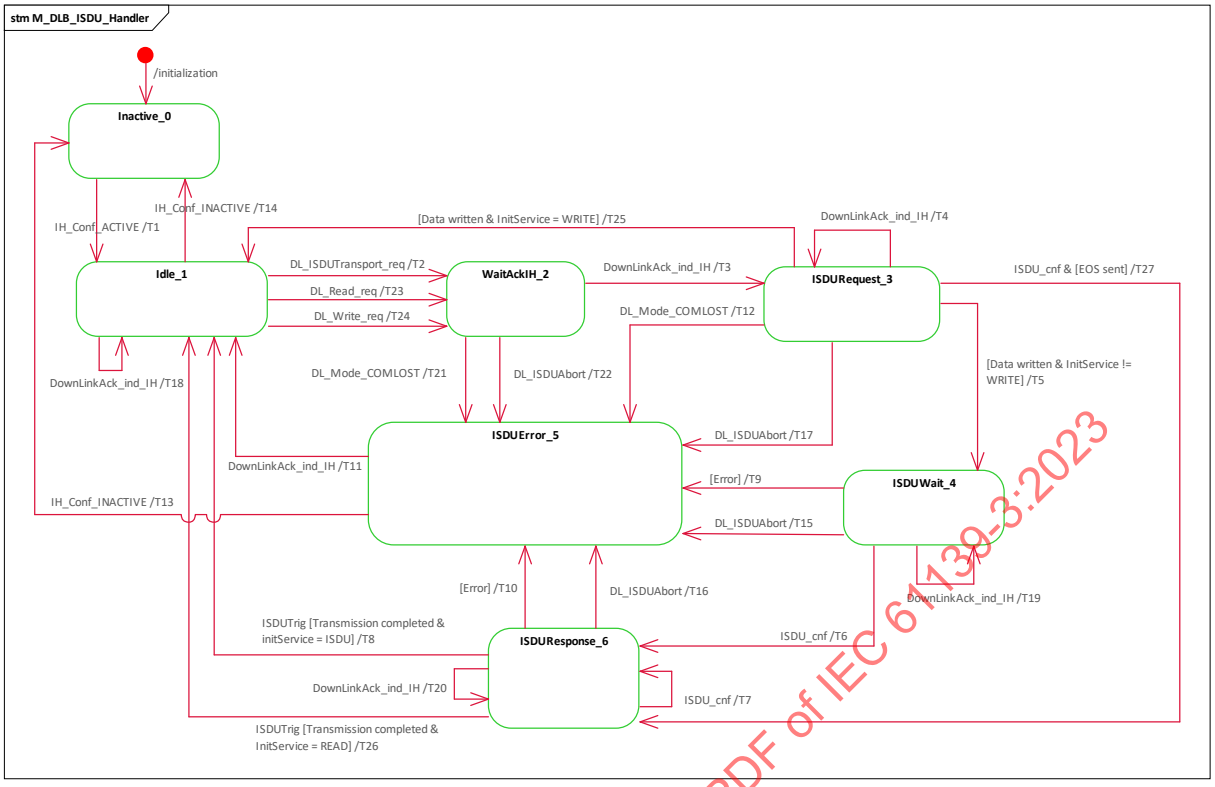


Figure 58 – State machine of the W-Master ISDU handler

Table 72 – State transition tables of the W-Master ISDU handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Inactive_0	Waiting for activation
Idle_1	Waiting for transmission of next ISDU Data. Services DL_Read and DL_Write are mapped to DL_ISDU_Transport.
WaitAckIH_2	Waiting for DownlinkAck_IH
ISDURequest_3	Transmission of ISDU request data. ISDU data transmission uses the mechanism of segmented data transfer see 7.7.2 . For Retry-Handling see 7.7.3 .
ISDUWait_4	Waiting for response from W-Device. Observe ISDUTime
ISDUError_5	Error handling after detected errors: Invoke negative DL_ISDU_Transport response with ISDUTransportErrorInfo
ISDUResponse_6	Get response data from W-Device. ISDU data transmission uses the mechanism of segmented data transfer see 7.7.2. In case of FC = START or 0x0B…0x18 any previously incomplete received data shall be ignored. For Retry-Handling see 7.7.3 .

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	—
T2	1	2	Set InitService to ISDU In case of low energy W-Device: Invoke MCmd.req(FullDLink) and wait for pos. Acknowledge from Cmd handler to switch low energy W-Device to FullDownLink
T3	2	3	If enough space left in the downlink, invoke ISDUMsg.req (SendWMessage = YES, Slot_N, Length, data, flowCtrl = START).
T4	2	2	If enough space left in the downlink, invoke ISDUMsg.req with FlowCTRL under conditions of Table 79 (FlowCTRL / DLink CO) ISDUMsg.req(SendWMessage = YES, Slot_N, Length, data, flowCtrl). After all data were sent, invoke ISDUMsg.req with EOS (without data) ISDUMsg.req(SendWMessage = YES, Slot_N, EOS) (see 7.7.2).
T5	2	3	Start timer (ISDUTime)
T6	3	5	Stop timer (ISDUTime)
T7	6	6	Receive ISDU response data via ISDUMsg.cnf
T8	6	1	Invoke positive DL_ ISDUTransport confirmation when last segment (EOS) has been received (see 7.7.2 Transmission of segmented data) In case of low energy W-Device: Invoke MCmd.req(PreDLink) to switch low energy W-Device to PreDownLink
T9	3	4	—
T10	5	4	—
T11	4	1	*On receiving DownLinkAck_ind_IH invoke ISDUMsg.req with ISDU abortion:* ISDUMsg.req (flowCtrl = ABORT). If InitService = ISDU Invoke negative DL_ ISDUTransport confirmation If InitService = READ Invoke negative DL_ Read confirmation Invoke negative DL_ ISDUTransport confirmation In case of low energy W-Device: Invoke MCmd.req(PreDLink) to switch low energy W-Device to PreDownLink
T12	2	4	—
T13	4	1	*In case of lost communication, the Message handler informs the DL-mode handler which in turn uses the administrative call IH_Conf_INACTIVE. No actions during this transition required.*
T14	1	0	—
T15	3	4	—
T16	5	4	—
T17	2	4	—
T18	1	1	*No ISDU data to send.* Invoke ISDUMsg.req(SendWMessage = NO).
T19	4	4	*No ISDU data to send.* Invoke ISDUMsg.req(SendWMessage = NO).
T20	6	6	*No ISDU data to send.* Invoke ISDUMsg.req(SendWMessage = NO).
T21	2	5	—
T22	2	5	—
T23	1	2	Set InitService to READ In case of low energy W-Device: Invoke MCmd.req(FullDLink) and wait for pos. Acknowledge from Cmd handler to switch low energy W-Device to FullDownLink

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T24	1	2	Set InitService to WRITE In case of low energy W-Device: Invoke MCmd.req(FullDLink) and wait for pos. Acknowledge from Cmd handler to switch low energy W-Device to FullDownLink
T25	3	1	Return DL_Write.cnf
T26	6	1	Return positive DL_Read confirmation when last segment (EOS) has been received (see 7.7.2) In case of low energy W-Device: Invoke MCmd.req(PreDLink) to switch low energy W-Device to PreDownLink
T27	3	6	—

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
Data written	Service	Last segment (EOS) has been received and acknowledged
ISDUTime	Time	Measurement of W-Device response time (ISDU acknowledgement time, see IEC 61131-9.
Error	Variable	Any detectable error within the ISDU transmission or DL_ISDUAbort requests, or any violation of the ISDU acknowledgement time
InitService	Guard	Variable to store the service request DL_ISDUTransport.req = ISDU DL_Read.req = READ DL_Write.req = WRITE
EOS sent	Guard	At least one EOS is sent but no acknowledge received

7.4.3 State machine of the W-Device ISDU handler

Figure 59 shows the state machine of the W-Device ISDU handler. Table 73 specifies the state transition tables of the W-Device ISDU handler.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

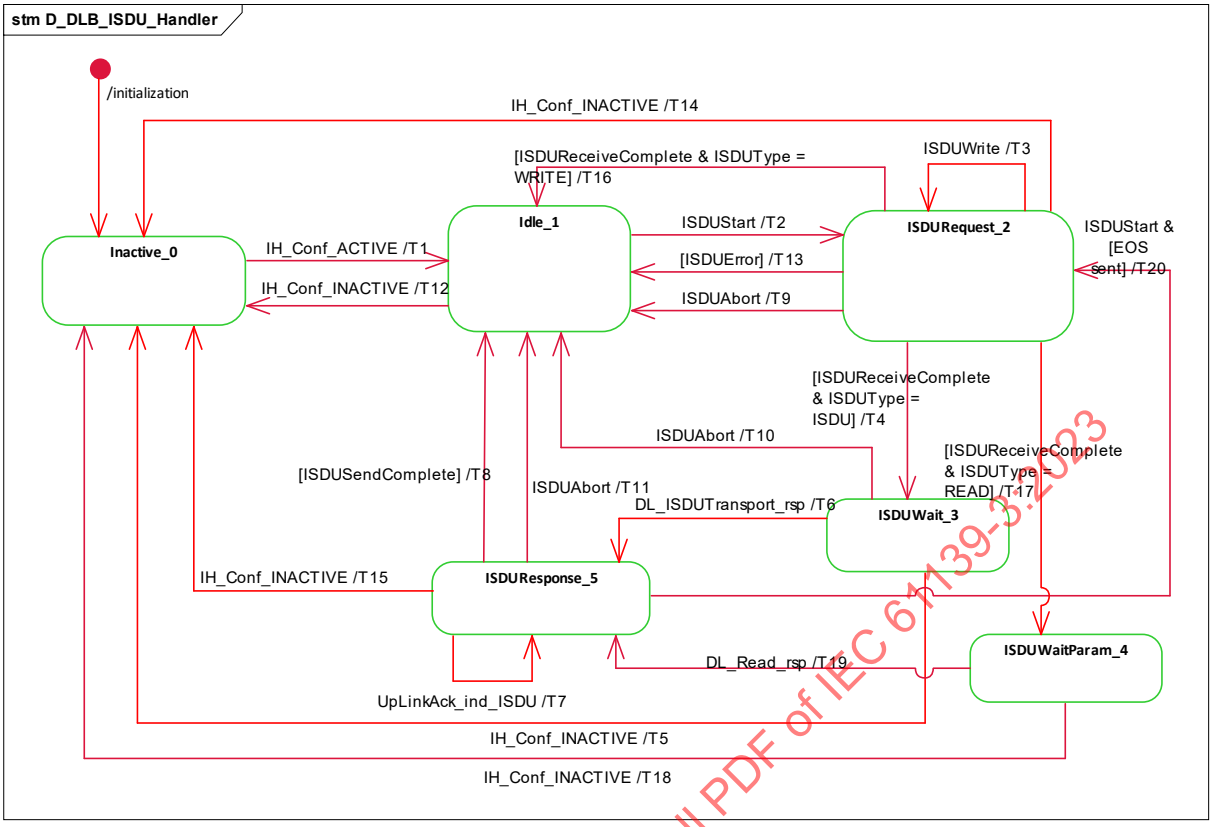


Figure 59 – State machine of the W-Device ISDU handler

Table 73 – State transition tables of the W-Device ISDU handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Inactive_0	Waiting for activation by the W-Device DL-mode handler through IH_Conf_ACTIVE (see Table 67, Transition T2).
Idle_1	Waiting for next ISDU transmission
ISDURequest_2	Reception of ISDU request. ISDU data transmission uses the mechanism of segmented data transfer "Transmission of segmented data (PD, EV, ISDU)"). For Retry-Handling see 7.7.3 "Retry-Handling of segmented Data (PD, EV, ISDU).
ISDUWait_3	Waiting for data from Application Layer to transmit (see DL_ISDUTransport)
ISDUWaitParam_4	Waiting for data from system management to transmit (see DL_Read)
ISDUResponse_5	Transmission of ISDU response data via Message handler. ISDU data transmission uses the mechanism of segmented data transfer "Transmission of segmented data (PD, EV, ISDU)"). For Retry-Handling see 7.7.3 "Retry-Handling of segmented Data (PD, EV, ISDU).

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	Activation by the W-Device DL-mode handler.
T2	1	2	Start receiving of ISDU request data.
T3	2	2	Receive ISDU request data.
T4	2	3	Invoke DL_ISDUTransport.ind to AL if last segment (EOS without data, see 7.1.9) has been received
T5	3	0	Deactivation by the W-Device DL-mode handler.
T6	3	5	Response from AL.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T7	5	5	Message handler requests ISDU response. Invoke ISDUMsg.rsp(SendWMessage = YES, Data, Length, FlowCtrl) to deliver ISDU response data to Message handler.
T8	5	1	-
T9	2	1	Invoke DL_ISDUAbort
T10	3	1	Invoke DL_ISDUAbort
T11	5	1	Invoke DL_ISDUAbort
T12	1	0	Deactivation by the W-Device DL-mode handler
T13	2	1	Signal ISDU error
T14	2	0	Deactivation by the W-Device DL-mode handler
T15	5	0	Deactivation by the W-Device DL-mode handler
T16	2	1	Invoke DL_Write.ind to SM if last segment (EOS without data, see 7.1.9) has been received, see 7.1.13.
T17	2	4	Invoke DL_Read.ind to SM if last segment (EOS without data, see 7.1.9) has been received, see 7.1.12.
T18	4	0	Deactivation by the W-Device DL-mode handler.
T19	4	5	Response from SM.
T20	5	2	See T2

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
ISDUStart	Service	ISDUMsg.ind(Data, Length, Start)
ISDUWrite	Service	ISDUMsg.ind(Data, Length, FlowCtrl)
ISDUReceiveComplete	Guard	If ISDUMsg.ind(EOS) received
ISDURespStart	Service	DL_ ISDUTransport.rsp(ValueList)
ISDUSendComplete	Guard	If ISDUMsg.rsp(EOS) sent and acknowledged
ISDUAbort	Service	ISDUMsg.ind(Abort)
ISDUError	Guard	If ISDU structure is incorrect
ISDUType	Guard	This variable shall be set to the following values: WRITE (ISDU write with index from Table C.12) READ (ISDU read with index from Table C.12) ISDU (ISDU read or write and no index from Table C.12)
EOS sent	Guard	At least one EOS is sent but no Acknowledge received

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.4.4 General structure and encoding of ISDUs

The encoding of ISDU data (I-Service-octet and data) delivered by the ISDU handler shall be implemented equal to SDCI according to IEC 61131-9:2022, Clause A.5, with the exception of the definition of the nibble "I-Service".

This specification shall only support the I-Service Read Request or Write Request with 16-bit Index and Subindex, as defined in Table 74.

Table 74 – Definition of the nibble "I-Service"

I-Service (binary)	Definition		Index format
	W-Master	W-Device	
0000	Reserved	Reserved	
0001	Reserved	Reserved	
0010	Reserved	Reserved	
0011	Write Request	Reserved	16-bit Index and Subindex
0100	Reserved	Write Response (-)	None
0101	Reserved	Write Response (+)	None
0110	Reserved	Reserved	
0111	Reserved	Reserved	
1000	Reserved	Reserved	
1001	Reserved	Reserved	
1010	Reserved	Reserved	
1011	Read Request	Reserved	16-bit Index and Subindex
1100	Reserved	Read Response (-)	None
1101	Reserved	Read Response (+)	None
1110	Reserved	Reserved	
1111	Reserved	Reserved	

7.5 Command handler

7.5.1 General

The Command handler translates change requests for W-Device mode from W-Master´s system management into corresponding MasterCommands.

7.5.2 State machine of the W-Master command handler

Figure 60 specifies the state machine of the W-Master command handler. Table 75 specifies the state transition tables of the W-Master command handler.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

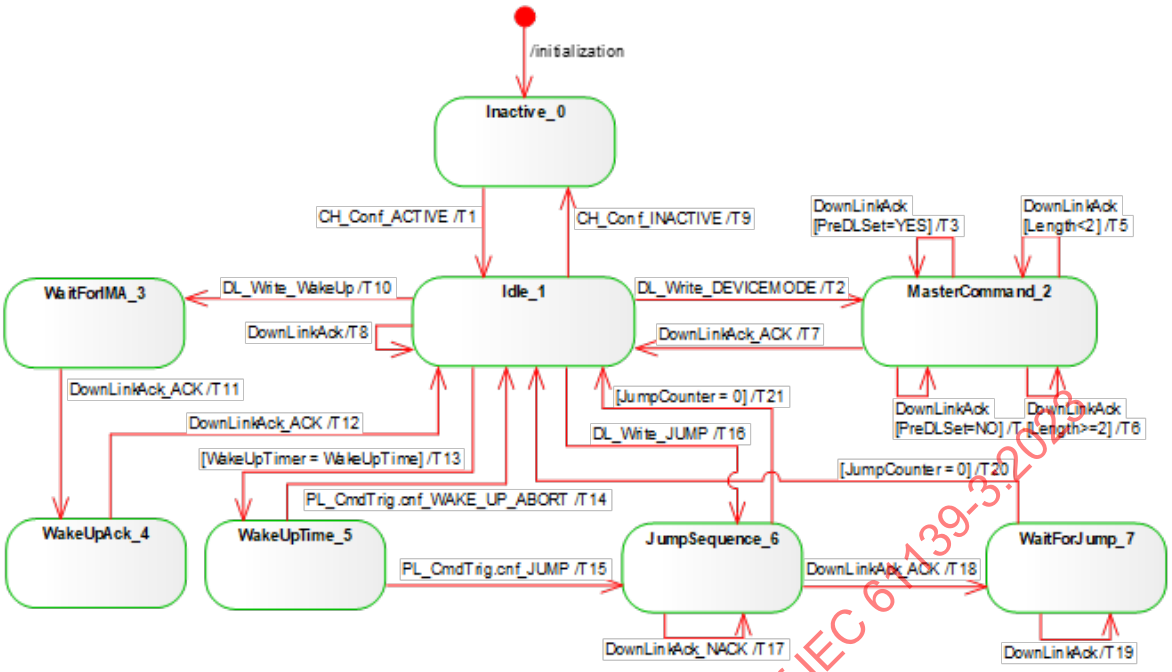


Figure 60 – State machine of the W-Master command handler

Table 75 – State transition tables of the W-Master command handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Inactive_0	Waiting for activation by W-Master DL-mode handler through CH_Conf_ACTIVE (see Table 66 DL-mode handler).
Idle_1	Waiting for new command from SM: DL_SetMode (change W-Device mode, for example to OPERATE), or waiting on DownLinkAck service primitive.
MasterCommand_2	Prepare data for MCmd.req service primitive. Waiting for demand from DownLinkAck service
WaitForIMA_3	Waiting for low energy W-Device to wake up and transmit an IMA message
WakeUpAck_4	Waiting for Ack on WakeUp MasterCommand
WakeUpTime_5	Check if low energy W-Device is awake
JumpSequence_6	Jump sequence started, waiting for an acknowledgement
WaitForJump_7	Countdown until end of Jump sequence

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	Activation by DL-mode handler. Invoke MCmd.req(SendWMessage=YES, Broadcast=NO, STARTUP, FullDLink).
T2	1	1	The service DL_Write(DEVICEMODE) translates into: INACTIVE: MCmd.req (MasterCommand = 0x5C) STARTUP: MCmd.req (MasterCommand = 0x97) PREOPERATE: MCmd.req (MasterCommand = 0x9A) OPERATE: MCmd.req (MasterCommand = 0x99) For further MasterCommand definitions see Table C.2.
T3	2	2	PreDownLink already in use, invoke MCmd.req(SendWMessage=NO).
T4	2	2	Invoke MCmd.req(SendWMessage=YES, Slot_N, MasterCommand, PreDLink) to send MasterCommand in PreDownLink.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T5	2	2	Not enough space left in the FullDownLink, invoke MCmd.req(SendWMessage=NO).
T6	2	2	Invoke MCmd.req(SendWMessage=YES, Slot_N, MasterCommand, FullDLink) to send MasterCommand in FullDownLink.
T7	2	1	Invoke MCmd.req(SendWMessage=NO) Invoke a positive DL_Write confirmation in case of: MasterCommand = 0x5C (Inactive) MasterCommand = 0x5F (UnPairing) MasterCommand = 0x96 (DeviceIdent) MasterCommand = 0x97 (DeviceStartup) MasterCommand = 0x99 (DeviceOperate) MasterCommand = 0x9A (DevicePreoperate)
T8	1	1	No MasterCommand to send, invoke MCmd.req(SendWMessage=NO).
T9	1	0	Deactivation by DL-mode handler.
T10	1	3	—
T11	3	4	Invoke MCmd.req(SendWMessage=YES, Broadcast=NO, WakeUp, PreDLink).
T12	4	1	Set WakeUpTimer = 0 Invoke PL_CmdTrig.req(WAKE_UP_TIME)
T13	1	5	if low energy W-Device is awake Invoke PL_CmdTrig.req(W_DEVICE_AWAKE) else invoke PL_CmdTrig.req(W_DEVICE_NOT_AWAKE)
T14	5	1	A low energy W-Device did not wake up, update is aborted.
T15	5	6	JumpCounter = MaxJump Invoke MCmd.req(SendWMessage=YES, Broadcast=YES, JUMP, PreDLink)
T16	1	6	JumpCounter = MaxJump Invoke MCmd.req(SendWMessage=YES, Broadcast=YES, JUMP, PreDLink)
T17	6	6	W-Device did not Acknowledge, decrease JumpCounter by 1. Invoke MCmd.req(SendWMessage=YES, Broadcast=YES, JUMP, PreDLink)
T18	6	7	Decrease JumpCounter by 1
T19	7	7	Decrease JumpCounter by 1
T20	7	1	Invoke PL_CmdTrig.req(JUMP)
T21	6	1	Invoke PL_CmdTrig.req(JUMP_FAIL)

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
DEVICEMODE	Label	Any of the MasterCommand definitions: INACTIVE, STARTUP, PREOPERATE or OPERATE For SDCI wireless, additional MasterCommand definitions are available (see Table C.2)
WakeUpTimer	Variable	This variable is a counter to WakeUpTime
WakeUpTime	Variable	This variable is the WakeUpTime of the low energy W-Device
JumpCounter	Variable	This variable is a countdown for switching to new hopping table
MaxJump	constant	Max number of jump retries, MaxJump = 0xE

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.5.3 State machine of the W-Device command handler

Figure 61 shows the W-Device state machine of the Command handler. It is driven by MasterCommands from the Master's Command handler to control the W-Device modes. Table 76 specifies the state transition tables of the W-Device Command handler.

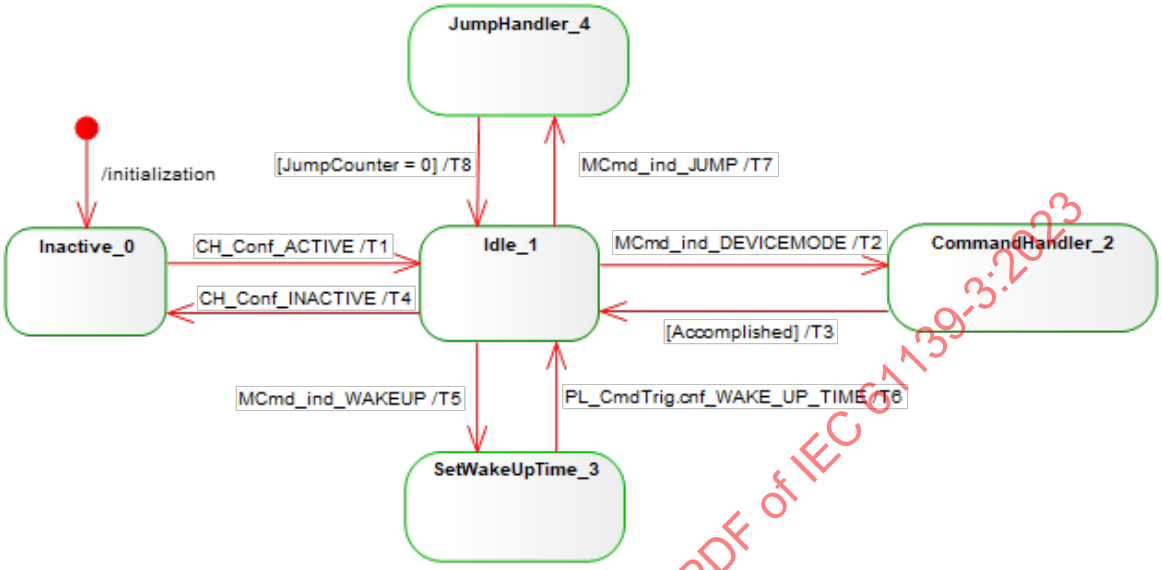


Figure 61 – State machine of the W-Device Command handler

Table 76 – State transition tables of the W-Device Command handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Inactive_0	Waiting for activation
Idle_1	Waiting for next MasterCommand
Command_Handler_2	Decompose MasterCommand and invoke specific actions: If MasterCommand = 0x5C then change W-Device state to INACTIVE. If MasterCommand = 0x97 then change W-Device state to STARTUP. If MasterCommand = 0x9A then change W-Device state to PREOPERATE. If MasterCommand = 0x99 then change W-Device state to OPERATE. For the complete MasterCommand list see Table C.2.
SetWakeUpTime_3	Wait for WakeUpTime to be set in SM
JumpHandler_4	Countdown until end of Jump sequence

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	Activation by the W-Device DL-mode handler through CH_Conf_ACTIVE.
T2	1	2	MasterCommand received Invoke DL_Write.ind(0x0000, 0x01, MCmd)
T3	2	1	Changing of W-Device State is accomplished
T4	1	0	Deactivation by the W-Device DL-mode handler through CH_Conf_INACTIVE.
T5	1	3	Set WakeUpTimer = 0, Increment by 1 every W-Sub-Cycle Invoke PL_CmdTrig.req(WAKE_UP_TIME)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T6	3	1	Set WakeUpTime value given by PL
T7	1	4	Set JumpCounter = last 4 bits of JUMP MCmd
T8	4	1	Invoke PL_CmdTrig.req(JUMP)

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
DEVICEMODE	Label	Any of the MasterCommand definitions: INACTIVE, STARTUP, PREOPERATE or OPERATE For SDCI wireless, additional MasterCommand definitions are available (see Table C.2. MasterCommand)
WakeUpTimer	Variable	This variable is a counter to WakeUpTime
WakeUpTime	Variable	This variable is the WakeUpTime of the low energy W-Device
JumpCounter	Variable	This variable is a countdown for switching to new hopping table

7.6 Event handler

7.6.1 General

An Event transfers a status or an error information.

The Event request is sent from W-Device to W-Master. It is then processed by the W-Master and an Event Confirmation is sent back to the W-Device. Events are serviced one by one, so further Event requests are ignored until the current Event has been serviced and confirmed.

The general structure and coding of Events is specified in IEC 61131-9:2022, Clause A.6.

EventCodes are specified in Annex D.

7.6.2 State machine of the W-Master Event handler

Figure 62 specifies the State machine of the W-Master Event handler. Table 77 specifies the state transition tables of the W-Master Event handler DL. Figure 63 specifies the sequence diagram: Single event scheduling.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

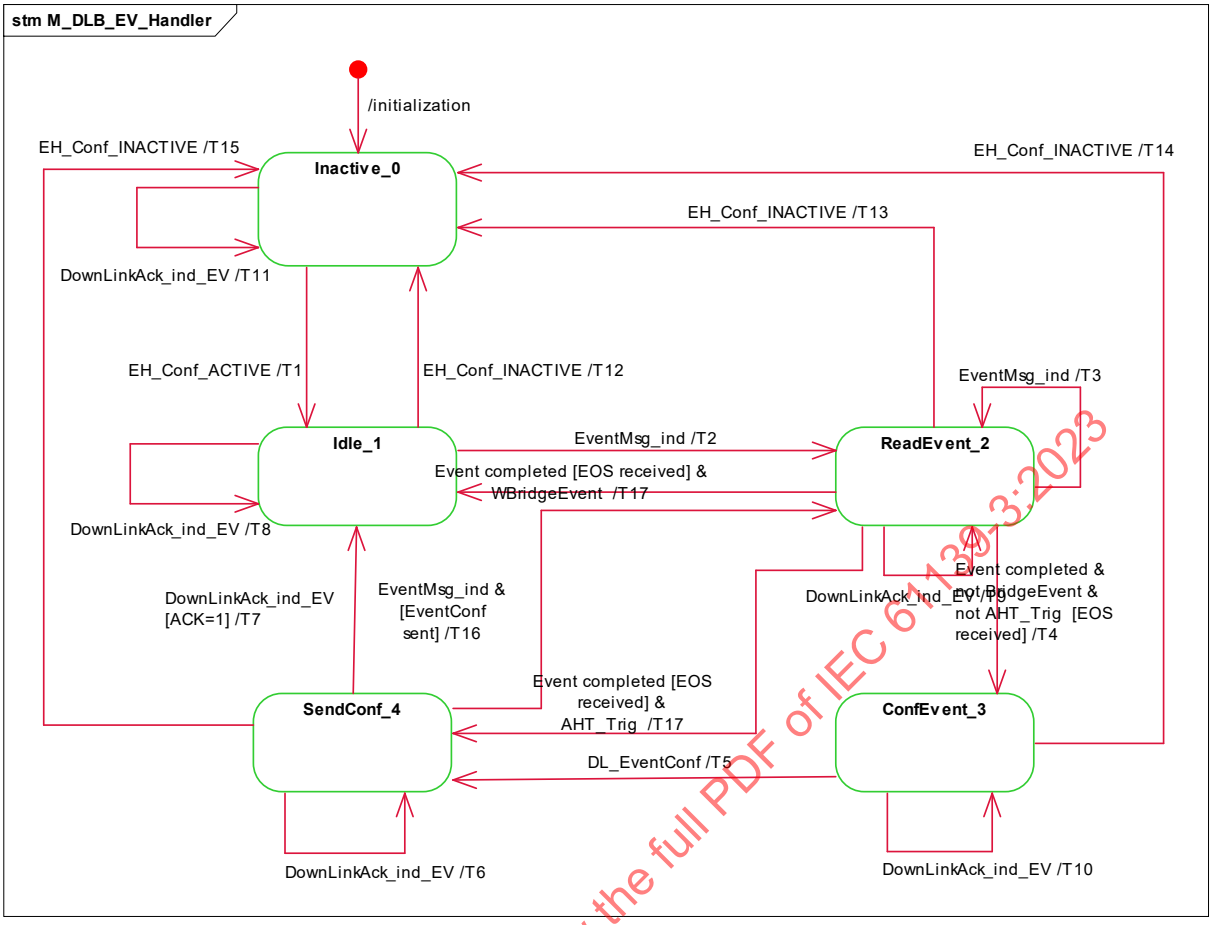


Figure 62 – State machine of the W-Master Event handler

Table 77 – State transition tables of the W-Master Event handler DL

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Inactive_0	Waiting for activation
Idle_1	Waiting for next Event indication
ReadEvent_2	Get Event data from W-Device through service Event indication. EV data transmission uses the mechanism of segmented data transfer (see 7.7.2). Also, in case of FC = 0x0D (3 octets complete event data) any previously incomplete received data shall be ignored. For Retry-Handling see 7.7.3
ConfEvent_3	Waiting for Event confirmation through service DL_Event.rsp from W-Master AL.
SendConf_4	Wait for DownLinkAck_ind_EV For Retry-Handling see 7.7.3

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	—
T2	1	2	Get Event StatusCode octet from service EventMsg.ind
T3	2	2	Get segmented data from EventMsg.ind
T4	2	3	After last segment (no data and EOS) has been received (see 7.7.2 Transmission of segmented data) invoke DL_Event indication to Master AL
T5	3	4	—
T6	4	4	If enough space left in the downlink, invoke EventMsg.rsp(SendWMessage = YES, Slot_N) to deliver Event confirmation to Message handler
T7	4	1	—
T8	1	1	No Event confirmation to send, invoke EventMsg.rsp(SendWMessage = NO).
T9	2	2	No Event confirmation to send, invoke EventMsg.rsp(SendWMessage = NO).
T10	3	3	No Event confirmation to send, invoke EventMsg.rsp(SendWMessage = NO).
T11	0	0	No Event confirmation to send, invoke EventMsg.rsp(SendWMessage = NO).
T12	1	0	—
T13	2	0	—
T14	3	0	—
T15	4	0	—
T16	4	2	See T2
T17	2	1	After last segment (no data and EOS) has been received (see clause 7.7.1 Transmission of segmented data) invoke DL_Mode.ind(COMLOST)
T18	2	4	Trigger AHT via UpdateDecision for test purpose, see Table 117.

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
EventConf sent	Guard	At least one Event Confirmation is sent but no Acknowledge received
WBridgeEvent	Guard	On receiving Event 0x1800 or 0xFF21 or 0xFF22

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

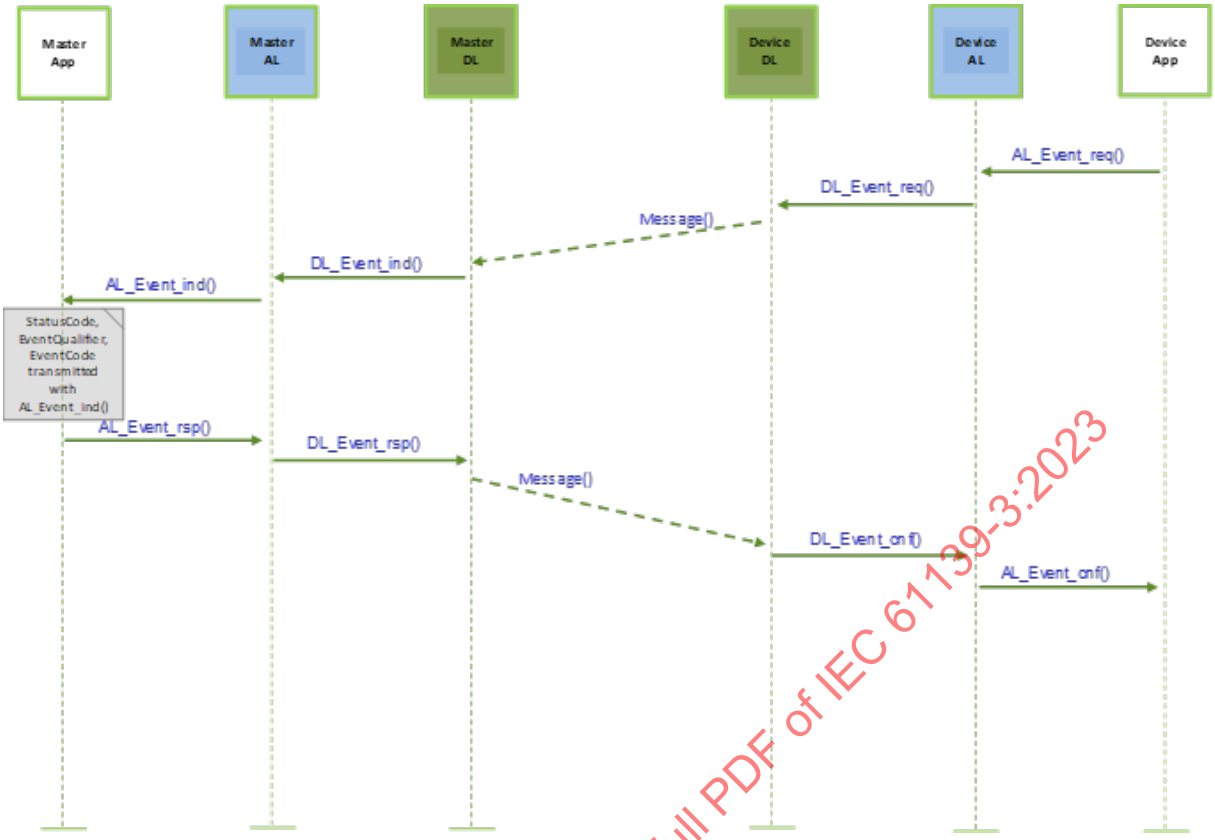


Figure 63 – Sequence diagram: Single event scheduling

7.6.3 State machine of the W-Device Event handler

Figure 64 shows the state machine of the W-Device Event handler. Table 78 specifies the state transition tables of the W-Device Event handler.

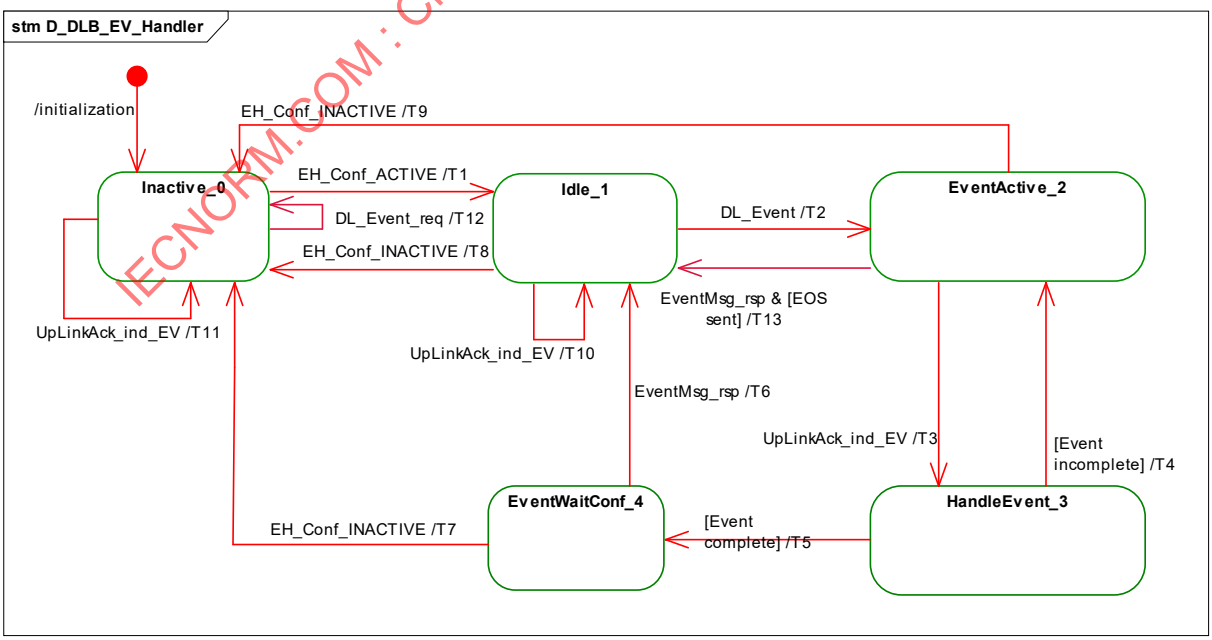


Figure 64 – State machine of the W-Device Event handler

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 78 – State transition tables of the W-Device Event handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Inactive_0	Waiting for activation by the W-Device DL-mode handler through EH_Conf_ACTIVE (see Table 67, Transition T1).
Idle_1	Waiting for Event indicated by DL_Event from application.
EventActive_2	Handler active and waiting for UpLinkAck_ind_EV.
HandleEvent_3	Handle EV data. EV data transmission uses the mechanism of segmented data transfer and retry handling, see 7.7.
EventWaitConf_4	Waiting for Event confirmation received from W-Master.

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	Activation by the W-Device DL-mode handler through EH_Conf_ACTIVE.
T2	1	2	Service DL_Event from AL indicates the occurrence of an Event.
T3	2	3	Message handler requests EV-Data through UpLinkAck_ind_EV. Invoke EventMsg.req(SendWMessage = YES, Data, Length, FlowCtrl) to deliver Event Data to Message handler.
T4	3	2	-
T5	3	4	Last EV transmission is complete (EOS without data) and acknowledged by W-Master see 7.7.2 .
T6	4	1	Event confirmation received from W-Master. Invoke DL_Event.cnf
T7	4	0	Deactivation by the W-Device DL-mode handler through EH_Conf_INACTIVE. Invoke DL_Event.cnf(ErrorInfo = NO_COMM)
T8	1	0	Deactivation by the W-Device DL-mode handler through EH_Conf_INACTIVE.
T9	2	0	Deactivation by the W-Device DL-mode handler through EH_Conf_INACTIVE. Invoke DL_Event.cnf(ErrorInfo = NO_COMM)
T10	1	1	No Event to send, invoke EventMsg.req(SendWMessage = NO)
T11	0	0	No Event to send, invoke EventMsg.req(SendWMessage = NO)
T12	0	0	Invoke DL_Event.cnf(ErrorInfo = STATE_CONFLICT)
T13	2	1	See T6

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
Event complete	Bool	EOS without data sent and acknowledged
Event incomplete	Bool	Data not completely sent
EOS sent	Guard	At least one EOS is sent but no Acknowledge received

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.7 Transmission of segmented data and retry handling

7.7.1 General

Data which can‘t be sent in one message have to be transmitted within a number of segments. To achieve a proper mechanism particularly in combination with possible retransmits, each DL-B handler (Process Data handler, ISDU handler and Event handler) shall generate its own Flow Control considering the Acknowledge of the last sent W-Message.

7.7.2 Transmission of segmented data

The transmission of segmented data is possible for Process Data (e.g. for distribution of process data within a W-Cycle, see Figure 54, Events and ISDU Data.

The ULink and DLink control octets accommodates a counter (=FlowControl). FlowControl is controlling the segmented data flow by counting the sequences necessary to transmit segmented data (see Table 79).

- A segment begins with FlowControl = START.
- All following segments use FlowControl = COUNT to number each data segment. In case of a retry during COUNT, take account to 7.7.3.
- The transmission of the last segment differs between Process Data and Event- or ISDU-data:
  a) Last segment for Process Data Out (transmitted via DLink):
     To indicate a complete data transmission to W-Device set FlowControl = EOS immediately.
  b) Last segment for Process Data In (transmitted via ULink):
     To indicate a complete data transmission to W-Master set FlowControl = PDataLength (see Table 79 column Process Data In)
  c) Last segment for acyclic Event- and ISDU-data (transmitted via DLink or ULink):
     To indicate a complete data transmission, the Event handler or ISDU-handler shall send a separate W-Message with FlowControl = EOS and without data to achieve data consistency due to retransmits.

NOTE 1 A MasterCommand as well as an Event Acknowledge does not need segmentation, since this W-Messages are transmitted without data (see Table 46).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 79 – Flow Control for segmented data

<table>
<tr><th colspan="4">FlowControl (FC)</th></tr>
<tr><th>FlowControl (FC)</th><th colspan="3">Definition</th></tr>
<tr><td>0x00 to 0x07</td><td colspan="3">COUNT
Counter within a data segment. Increments beginning with 1 after a START. Jumps back from 7 to 0 in case of an overflow.</td></tr>
<tr><td>0x08</td><td colspan="3">START
Start of a segment, i.e. start of an ISDU- request or a response. For the start of a request, any previously incomplete service may be rejected.</td></tr>
<tr><td>0x09</td><td colspan="3">EOS
End of Segment indicates a completed transmission. (Event- or ISDU: separate EOS within next DLink)</td></tr>
<tr><td>0x0A</td><td colspan="3">ABORT
Abort entire service. The W-Master responds by rejecting received response data.
The W-Device responds by rejecting received request data and may generate an abort.</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">Definition for
DLink control octet
See Note 2</td><td colspan="2">Definition for
ULink control octet
See Note 3</td></tr>
<tr><td>Process Data In
(data transmission complete)</td><td>Event- or ISDU data
(separate EOS within next ULink)</td></tr>
<tr><td>0x0B</td><td>Unused</td><td>PDataLength = 1 octet</td><td>DataLength = 1 octet</td></tr>
<tr><td>0x0C…0x17</td><td>Unused</td><td>PDataLength = 2…13 octets</td><td>DataLength = 2…13 octets</td></tr>
<tr><td>0x18</td><td>Unused</td><td>PDataLength = 14 octets</td><td>DataLength = 14 octets</td></tr>
<tr><td>0x19 to 0x1F</td><td>Reserved</td><td>Reserved</td><td>Reserved</td></tr>
<tr><td colspan="4">NOTE 2 The DLink control octet (see Figure A.4) contains a separate field to transmit the length of data. Therefore, these values are unused.

NOTE 3 The ULink control octet (see Figure A.4) is coded by only one octet (reduced overhead). Therefore, the DataLength is coded within the Flow Control.</td></tr>
</table>

Additional information is provided in Clause A.6. Example for DLink data transmission and Clause A.7. Examples for ULink data transmission for data transmission examples.

7.7.3 Retry-Handling

7.7.3.1 General

For an appropriate data transmission, the "Sender" shall retransmit its last W-Message, if the service DownLinkAck or UpLinkAck delivered a negative Acknowledge (NACK or not received message) to the corresponding handler (ProcessData-, Event-, Command-, or ISDU-handler) see 5.6.2.9.

7.7.3.2 Retry handling in case of not segmented data

The corresponding handler shall retransmit its last W-Message, depending on the remaining payload in the DLink or ULink (see service 6.4.4 and 6.4.5).

7.7.3.3 Retry handling in case of segmented data / Flow Control

If the "Sender" does not receive an ACK for its last sent W-Message, it has to forward NACK to the layer above and it has to resend the last data and the value of the last FlowCtrl.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

If the "Receiver" thereupon gets new FlowCtrl = last FlowCtrl, it has to reject the last received data segment and use the new received data segment instead. This behavior is essentially, since a W-Message with an ACK could be corrupted (e.g. on air), which leads in a NACK on the receiver side.

NOTE Sender or Receiver can be W-Master or W-Device.

8 Application Layer (AL)

8.1 General

Figure 98 shows an overview of the structure and services of the W-Master Application Layer (AL). Figure 94 shows an overview of the structure and services of the W-Device Application Layer (AL).

8.2 Application Layer services

8.2.1 General

Subclause 8.2 defines the services of the Application Layer (AL) to be provided to the W-Master and W-Device applications and system management via its external interfaces. Table 80 lists the assignments of W-Master and W-Device to their roles as initiator or receiver for the individual AL services. Empty fields indicate no availability of this service on W-Master or W-Device.

Table 80 – AL services within W-Master and W-Device

Service name	W-Master	Device
AL_Read	R	I
AL_Write	R	I
AL_Abort	R	I
AL_NewInput	I	
AL_GetInput	R	
AL_SetInput		R
AL_PDCycle	I	I
AL_GetOutput		R
AL_NewOutput		I
AL_SetOutput	R	
AL_Event	I	R
AL_Control	I, R	I, R
Key (see 3.3.5) All services are defined from the view of the affected layer towards the layer above. I Initiator of a service (towards the layer above) R Receiver (responder) of a service (from the layer above)		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

8.2.2 AL_Read (W-Master and W-Device)

The AL_Read service is used to read ISDU Data from a W-Device connected to a specific W-Port. The parameters of the service primitives are listed in Table 81.

Table 81 – AL_Read

Parameter Name	.req	.ind	.rsp	.cnf
Argument	M	M		
W-Port	M			
Index	M	M		
Subindex	M	M		
Result (+)			S	S(=)
W-Port				M
Data			M	M(=)
Result (-)			S	S(=)
W-Port				M
ErrorInfo			M	M(=)

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

W-Port:

This parameter contains the W-Port number for the ISDU Data to be read.

Index:

This parameter indicates the address of the ISDU Data objects to be read from the W-Device. Index 0 in conjunction with Subindex 0 addresses the entire set of Direct Parameter Page 1 or in conjunction with Subindex 1 to 16 the individual parameters.

Index 1 in conjunction with Subindex 0 addresses the entire set of Direct Parameter Page 2 or in conjunction with Subindex 1 to 16 the individual parameters from address 16 to 31 (W-Bridge).

Subindex 0 in conjunction with the SDCI wireless specific indices addresses the entire set of W-Parameters (see W-Parameter for SDCI wireless in Table C.3).

Permitted values: 0 to 65 535 (Figure C.2 parameter via ISDU)

Subindex:

This parameter indicates the element number within a structured ISDU Data object. A value of 0 indicates the entire set of elements.

Permitted values: 0 to 255

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

W-Port:

This parameter contains the W-Port number of the requested ISDU Data.

Data:

This parameter contains the read values of the ISDU Data.

Parameter type: Octet string

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

W-Port:

This parameter contains the W-Port number of the requested ISDU Data.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values: see Clause B.8 and IEC 61131-9:2022, Annex C.

NOTE The AL maps DL ErrorInfos into its own AL ErrorInfos using IEC 61131-9:2022, Annex C.

8.2.3 AL_Write (W-Master and W-Device)

The AL_Write service is used to write ISDU Data to a W-Device connected to a specific W-Port. The parameters of the service primitives are listed in Table 82.

Table 82 – AL_Write

Parameter Name	.req	.ind	.rsp	.cnf
Argument	M	M		
W-Port	M			
Index	M	M		
Subindex	M	M		
Data	M	M(=)		
Result (+)			S	S(=)
W-Port				M
Result (-)			S	S(=)
W-Port				M
ErrorInfo			M	M(=)

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

W-Port:

This parameter contains the W-Port number for the ISDU Data to be written.

Index:

This parameter indicates the address of the ISDU Data objects to be written to the W-Device. Indexes from Table C.12 always return a negative result.

Index 1 in conjunction with Subindex 0 addresses the entire set of Direct Parameter Page 2 or in conjunction with Subindex 1 to 16 the individual parameters from address 16 to 31 (W-Bridge), it always returns always a positive result.

Permitted values: 0 to 65 535

Subindex:

This parameter indicates the element number within a structured ISDU Data object. A value of 0 indicates the entire set of elements (only possible if all subindices have write access rights!).

Permitted values: 0 to 255

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Data:

This parameter contains the values of the ISDU Data.

Parameter type: Octet string

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

W-Port:

This parameter contains the W-Port number of the ISDU Data.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

W-Port:

This parameter contains the W-Port number of the ISDU Data.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values: see Clause B.8 and see IEC 61131-9.

8.2.4 AL_Abort (W-Master and W-Device)

The AL_Abort service is used to abort a current AL_Read or AL_Write service on a specific W-Port. Invocation of this service abandons the response to an AL_Read or AL_Write service in progress on the W-Master. The parameters of the service primitives are listed in Table 83.

Table 83 – AL_Abort

Parameter Name	.req	.ind
Argument	M	M
W-Port	M	

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

W-Port:

This parameter contains the W-Port number of the service to be abandoned.

8.2.5 AL_NewInput (W-Master)

The AL_NewInput local service indicates the receipt of updated input data within the Process Data of a W-Device connected to a specific W-Port. The parameters of the service primitives are listed in Table 84.

Table 84 – AL_NewInput

Parameter Name	.ind
Argument	M
W-Port	M

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

W-Port:

This parameter specifies the W-Port number of the received Process Data

8.2.6 AL_GetInput (W-Master)

The AL_GetInput service reads the input data within the Process Data provided by the Data Link Layer of a W-Device connected to a specific W-Port. The parameters of the service primitives are listed in Table 85.

Table 85 – AL_GetInput

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
W-Port	M	
Result (+)		S
W-Port		M
InputData		M
Result (-)		S
W-Port		M
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

W-Port:

This parameter specifies the W-Port number of the received Process Data.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

W-Port:

This parameter specifies the W-Port number of the received Process Data.

InputData:

This parameter contains the values of the requested process input data of the specified W-Port. Parameter type: Octet string

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

W-Port:

This parameter contains the W-Port number for the Process Data.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information. Permitted values: NO_DATA (DL did not provide Process Data).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

8.2.7 AL_SetInput (W-Device)

The AL_SetInput local service updates the input data within the Process Data of a W-Device. The parameters of the service primitives are listed in Table 86.

Table 86 – AL_SetInput

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
InputData	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

InputData:

This parameter contains the Process Data values of the input data to be transmitted.

Parameter type: Octet string

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

NO_COMM (no communication available),

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state

8.2.8 AL_PDCycle (W-Master and W-Device)

The AL_PDCycle service indicates the end of a WMasterCycleTime period after each start of Process Data transmission. The W-Device application can use this service to achieve equidistant Process Data periods (see Note 1) by eliminating jitter due to retry handling.

The parameters of the service primitives are listed in Table 87.

Table 87 – AL_PDCycle

Parameter Name	.ind
Argument	M
W-Port	C

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

W-Port:

This parameter contains the W-Port number of the received new Process Data (W-Master only).

NOTE To minimize jitter caused by different transmission qualities, especially with segmented data (variations on the numbers of retries) PDCycle can be used to get an equidistant time between reception of first data packet and activation of PDCycle.

8.2.9 AL_GetOutput (W-Device)

The AL_GetOutput service reads the output data within the Process Data provided by the Data Link Layer of the W-Device. The parameters of the service primitives are listed in Table 88.

Table 88 – AL_GetOutput

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
Result (+)		S
OutputData		M
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

OutputData:

This parameter contains the Process Data values of the requested output data.

Parameter type: Octet string

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

NO_DATA (DL did not provide Process Data)

8.2.10 AL_NewOutput (W-Device)

The AL_NewOutput local service indicates the receipt of updated output data within the Process Data of a W-Device. This service has no parameters. The service primitives are shown in Table 89.

Table 89 – AL_NewOutput

Parameter name	.ind
<None>	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

8.2.11 AL_SetOutput (W-Master)

The AL_SetOutput local service updates the output data within the Process Data of a W-Master. The parameters of the service primitives are listed in Table 90.

Table 90 – AL_SetOutput

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
W-Port	M	
OutputData	M	
Result (+)		S
W-Port		M
Result (-)		S
W-Port		M
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

W-Port:

This parameter contains the W-Port number of the Process Data to be written.

OutputData:

This parameter contains the output data to be written at the specified W-Port.

Parameter type: Octet string

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

W-Port:

This parameter contains the W-Port number for the Process Data.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

W-Port:

This parameter contains the W-Port number for the Process Data.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

NO_COMM (no communication available),

STATE_CONFLICT (Service unavailable within current state)

8.2.12 AL_Event (W-Master and W-Device)

The AL_Event service indicates one pending status or error message. The source of one Event can be local (W-Master) or remote (W-Device). The Event can be triggered by a communication layer or by an application. The parameters of the service primitives are listed in Table 91.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 91 – AL_Event

Parameter Name	.req	.ind	.rsp	.cnf
Argument	M	M	M	
W-Port		M	M	
Instance	M	M		
Mode	M	M		
Type	M	M		
Origin		M		
EventCode	M	M		
Result (+)				S
Result (-)				S
ErrorInfo				M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

W-Port:

This parameter contains the W-Port number of the Event data. Instance

This parameter indicates the Event source. Permitted values: Unknown, Application (see Table A.6 and IEC 61131-9:2022, Table A.17).

Mode:

This parameter indicates the Event mode. Permitted values: SINGLESHOT, APPEARS, DISAPPEARS (see Table A.9, see IEC 61131-9:2022, Table A.20).

Type:

This parameter indicates the Event category. Permitted values: ERROR, WARNING, NOTIFICATION (see Table D.1, see IEC 61131-9:2022, Table A.19).

Origin:

This parameter indicates whether the Event was generated in the local communication section or remotely (in the W-Device). Permitted values: LOCAL, REMOTE

EventCode:

This parameter contains a code identifying a certain Event. Permitted values: see Annex D, see IEC 61131-9:2022, Annex D).

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

STATE_CONFLICT (Service unavailable within current state),

NO_COMM (no communication available)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

8.2.13 AL_Control (W-Master and W-Device)

The AL_Control service contains the Process Data qualifier status information transmitted to and from the W-Device application. The parameters of the service primitives are listed in Table 92.

Table 92 – AL_Control

Parameter Name	.req	.ind
Argument	M	M
W-Port	C	C
ControlCode	M	C
MaxRetry		C

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

W-Port:

This parameter contains the number of the related W-Port.

ControlCode:

This parameter contains the qualifier status of the Process Data (PD).

Permitted values:

PDIN_VALID (Input Process Data valid)

PDIN_INVALID (Input Process Data invalid)

PDOUT_VALID (Output Process Data valid, see Table A.5).

PDOUT_INVALID (Output Process Data invalid, see Table A.5).

MaxRetry (W-Device only):

This parameter contains information of a real-time fault.

Permitted Values:

YES (MaxRetry occurred)

NO (MaxRetry not occurred)

8.3 Application layer protocol

8.3.1 Overview

The Application Layer manages the data transfer with all its assigned W-Ports. That means, AL service calls need to identify the particular W-Port they are related to.

8.3.2 ISDU processing

8.3.2.1 ISDU state machine of the W-Master AL

Figure 65 shows the state machine for the handling of ISDU Data within the Application Layer. "AL_Service" represents any AL service in Table 76 related to ISDU. "W-Portx" indicates a particular wireless W-Port number. Table 93 specify the state transition tables of the ISDU W-Master AL.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

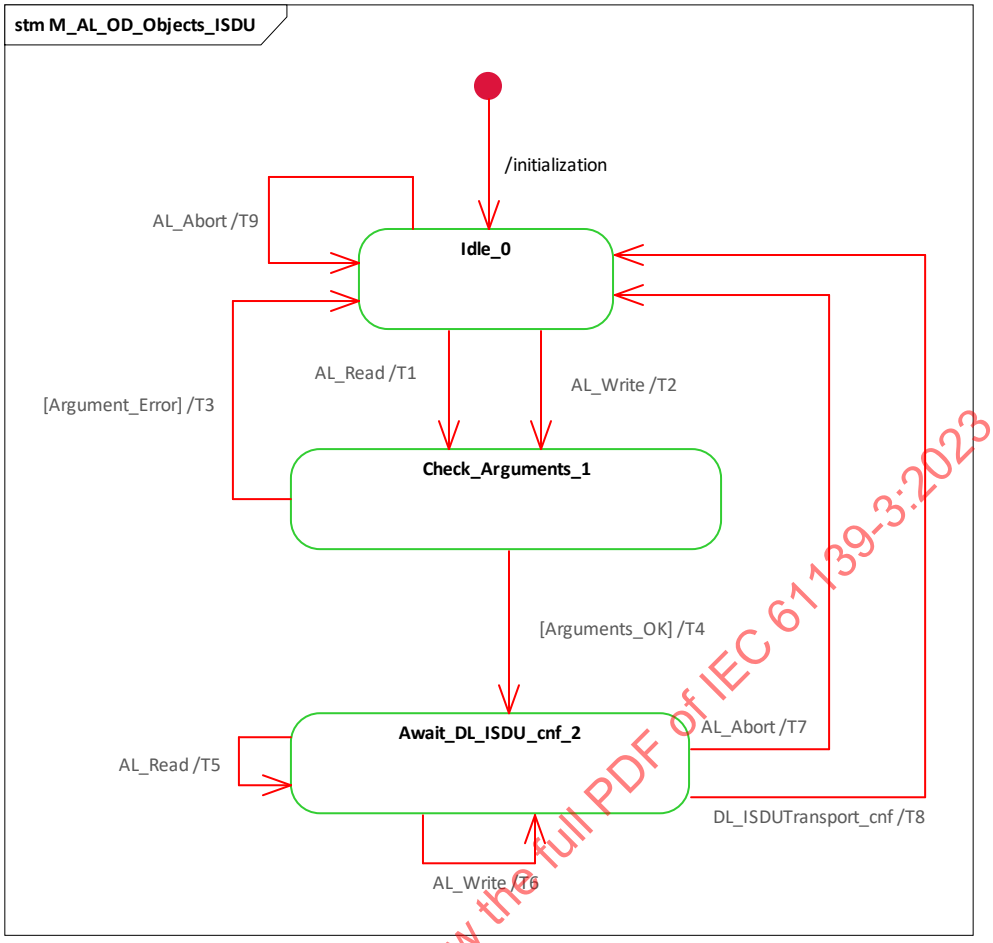


Figure 65 – ISDU state machine of the W-Master AL

Table 93 – State transition tables of the ISDU W-Master AL

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Idle_0	AL_Read or AL_Write invocations from the W-Master applications or from the W-Master Port handler (see Figure 98) can be accepted within this state.
Check_Arguments_1	Within this state the arguments of the AL_Read/AL_Write service call are checked (see 8.2.1, 8.2.2 for permitted values), and the internal items Argument_Error and Arguments_OK are set accordingly.
Await_DL_ISDU_cnf_2	The W-Master AL remains in this state until a DL_ISDUTransport.cnf is received.

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	-
T2	0	1	-
T3	1	0	Invoke AL_Read.cnf/AL_Write.cnf with negative Result.
T4	1	2	Invoke DL_ISDUTransport.req.
T5	2	2	Invoke AL_Read.cnf with negative Result.
T6	2	2	Invoke AL_Write.cnf with negative Result.
T7	2	0	Invoke DL_ISDUAbort.req.
T8	2	0	Invoke AL_Read.cnf/AL_Write.cnf
T9	0	0	—

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
Argument_Error	Bool	Illegal values within the service body, for example "W-Port number or Index out of range"
Arguments_OK	Bool	No errors in the arguments.

8.3.2.2 ISDU state machine of the W-Device AL

Figure 66 shows the state machine for the handling of ISDU Data within the Application Layer of a W-Device. Table 94 specify the state transition tables of the ISDU W-Device AL.

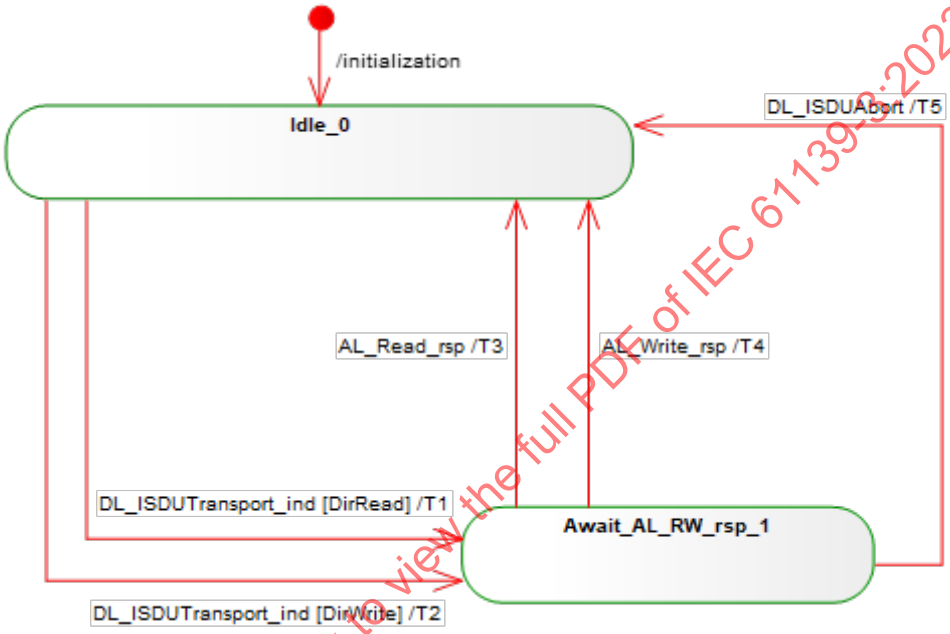


Figure 66 – ISDU state machine of the W-Device AL

Table 94 – State transition tables of the ISDU W-Device AL

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Idle_0	The W-Device AL is waiting on subordinated DL service calls triggered by W-Master messages.
Await_AL_RW_rsp_1	The W-Device AL is waiting on a response from the technology specific application (read or write access via ISDU).

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	Invoke AL_Read.
T2	0	1	Invoke AL_Write.
T3	1	0	Invoke DL_ISDUTransport(read)
T4	1	0	Invoke DL_ISDUTransport(write)
T5	1	0	Current waiting on AL_Read or AL_Write abandoned.

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
DirRead	Bool	Access direction: DL_ISDUTransport(read) causes an AL_Read
DirWrite	Bool	Access direction: DL_ISDUTransport(write) causes an AL_Write

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

8.3.2.3 Sequence diagrams for ISDU Data

Figure 67 through Figure 70 demonstrate complete interactions between W-Master and W-Device for several ISDU Data exchange use cases.

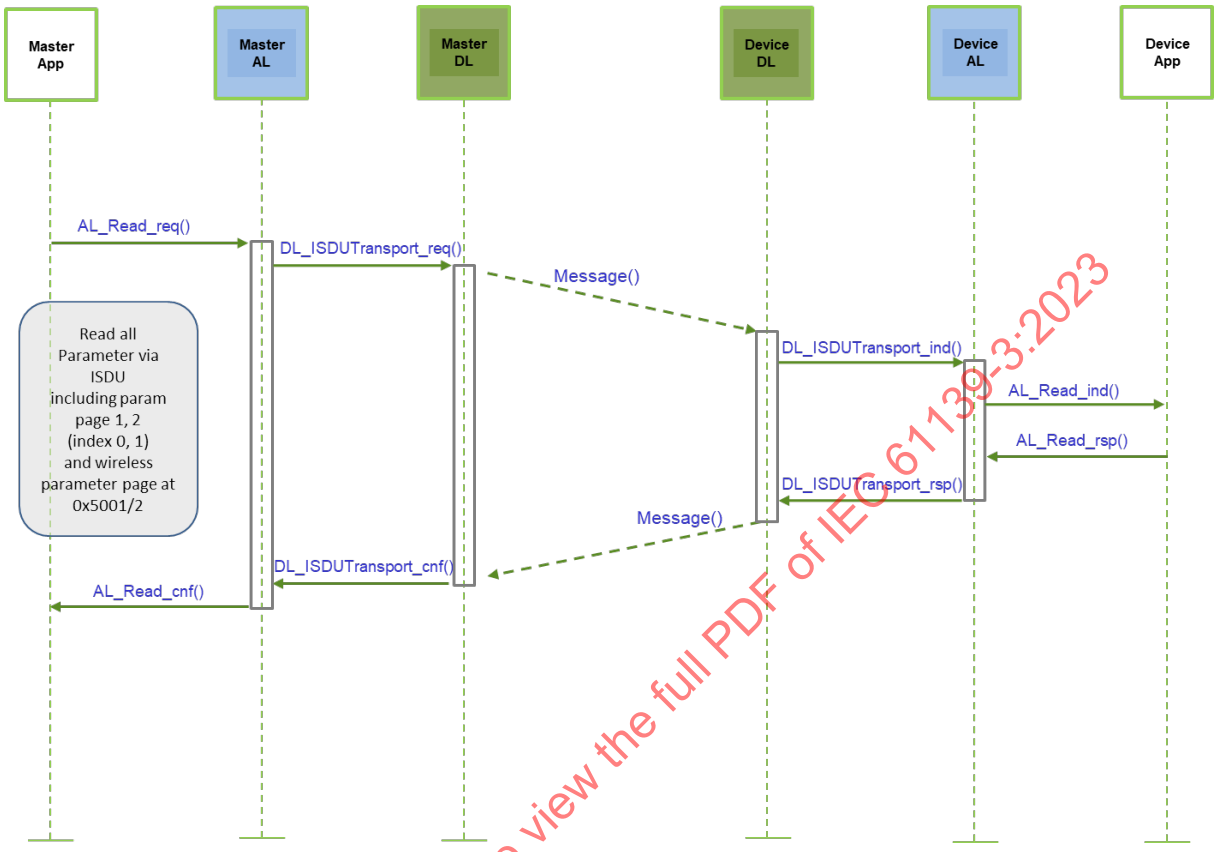


Figure 67 – Sequence diagram: ISDU Read Data

Figure 68 demonstrates the behavior of ISDU Data exchange in case of a timeout (5 s). A W-Device shall respond within less than the "ISDU acknowledgement time" (see IEC 61131-9:2022, Table 102).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

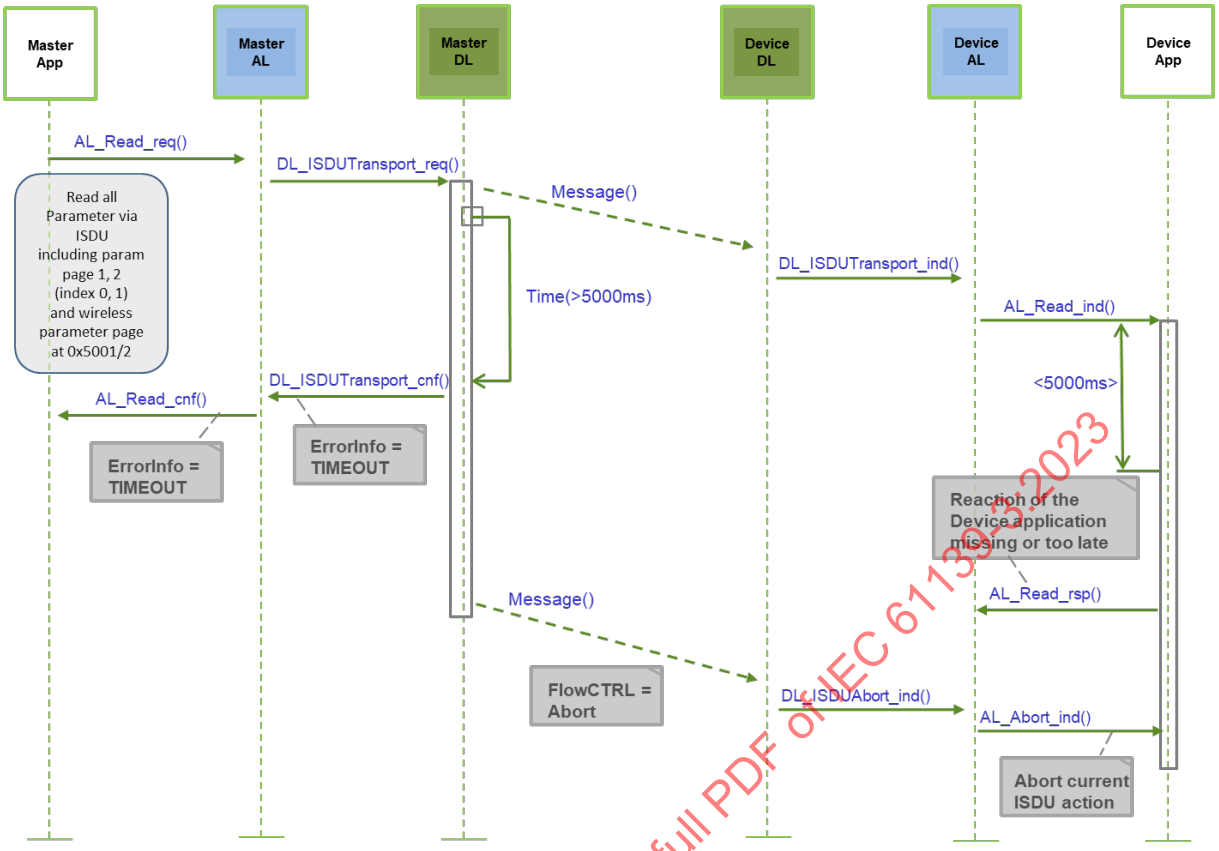


Figure 68 – Sequence diagram: ISDU read Data in case of timeout

Figure 69 demonstrates the behavior of ISDU Data exchange in case of an error such as requested Index not available (see IEC 61131-9:2022, Table C.1).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

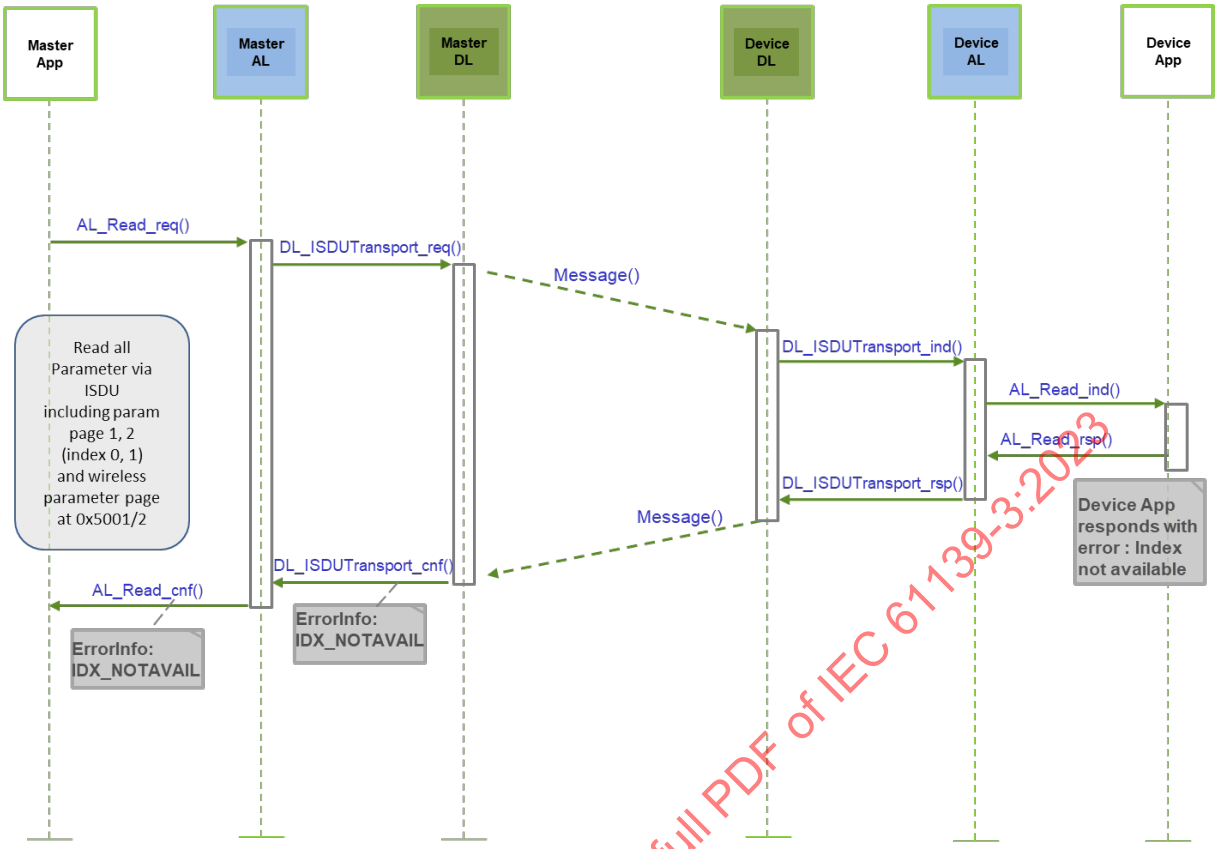


Figure 69 – Sequence diagram: ISDU read Data in case of error

Figure 70 demonstrates the behavior of ISDU Data exchange in case of interaction with a low energy W-Device.

If a W-Port is paired with a low energy W-Device with LowPowerDevice attribute activated, the W-Master shall send a MasterCommand to switch the low energy W-Device to listen to the Full-Downlink packet prior to the ISDU data transmission.

After ISDU data transmission, the W-Master shall send a MasterCommand to switch the LE W-Device back to Pre-Downlink packet part.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

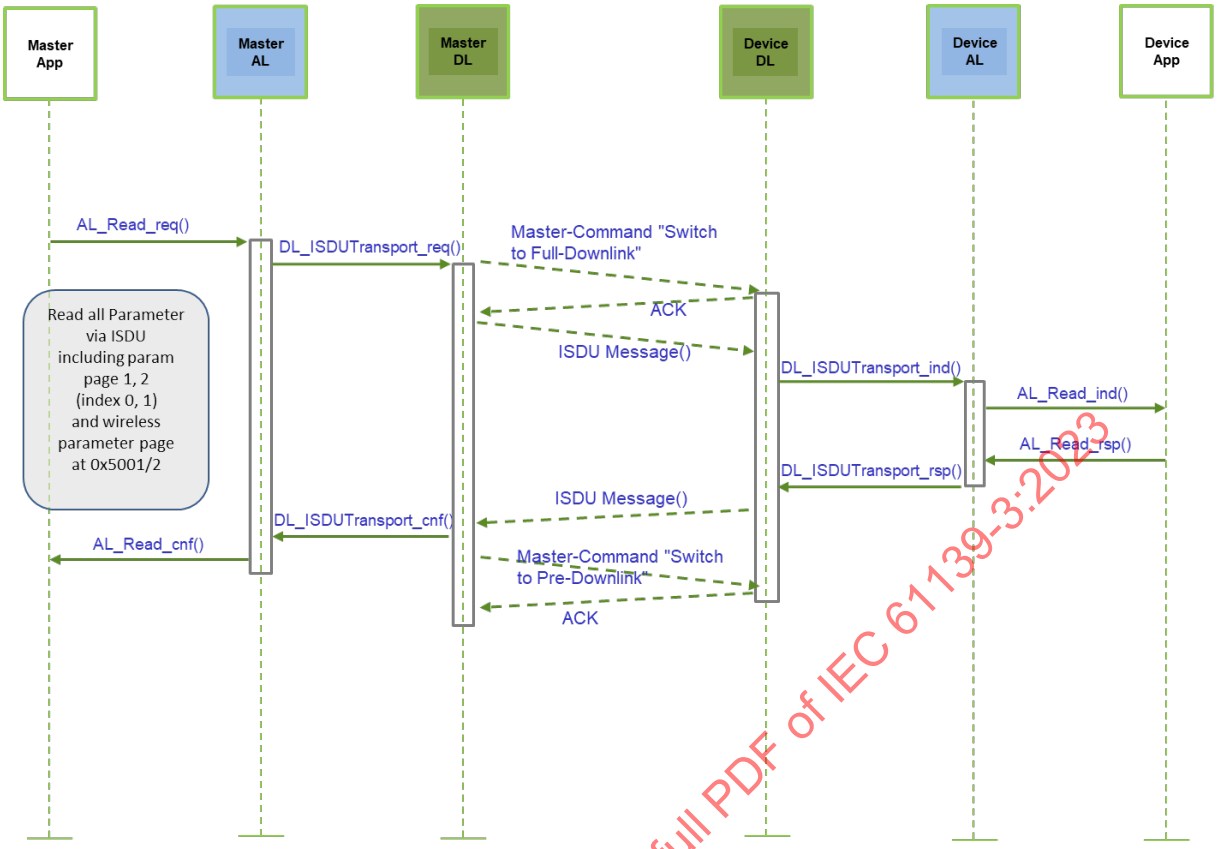


Figure 70 – Sequence diagram for low energy W-Devices: ISDU Data

8.3.3 Event processing

8.3.3.1 Event state machine of the W-Master AL

Figure 71 shows the event state machine of the W-Master Application Layer. Table 95 specify the state transition tables of the Event W-Master AL.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

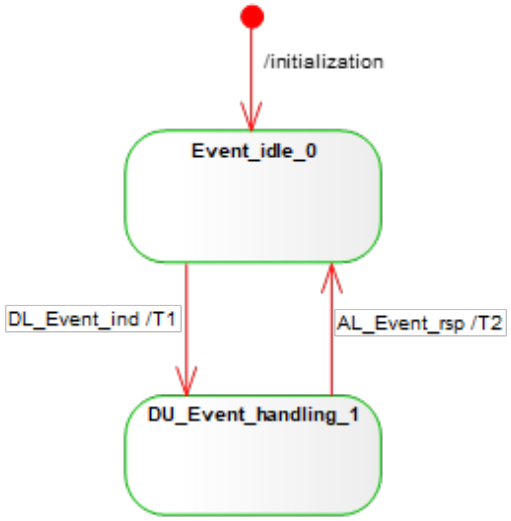


Figure 71 – Event state machine of the W-Master AL

Table 95 – State transition tables of the Event W-Master AL

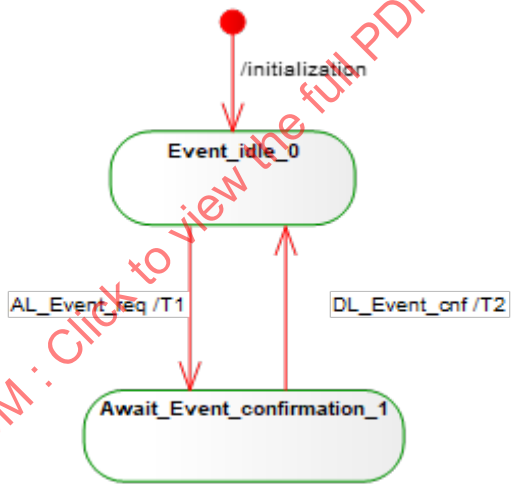
STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Event_idle_0	The W-Master AL is ready to accept DL_Events (diagnosis information) from the DL.
DU_Event_handling_1	Analyze Event data and invoke AL_Event.ind to Diagnosis Unit. The W-Master AL remains in this state as long as the Diagnosis Unit (see 11.6) did not acknowledge the AL_Event.ind.

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	1	2	Invoke AL_Event.ind
T2	2	1	Invoke DL_Event.rsp

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
-		

8.3.3.2 Event state machine of the W-Device AL

Figure 72 shows the Event state machine of the W-Device Application Layer. Table 96 specify the state transition tables of the Event W-Device AL.



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 72 – Event state machine of the W-Device AL

Table 96 – State transition tables of the Event W-Device AL

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Event_Idle_0	The W-Device AL is ready to accept one AL_Event (diagnosis information) from the technology specific W-Device applications for the transfer to the DL. The W-Device applications can create one new Event during this time.
Await_Event_response_1	The W-Device AL propagated an AL_Event with diagnosis information and waits on a DL_Event confirmation of the DL. The W-Device AL shall not accept any new AL_Event during this time.

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	Invoke DL_Event.req
T2	1	0	Invoke AL_Event.cnf

8.3.3.3 Single Event scheduling

Figure 73 shows how a single Event from a W-Device is processed, in accordance with the relevant state machines.

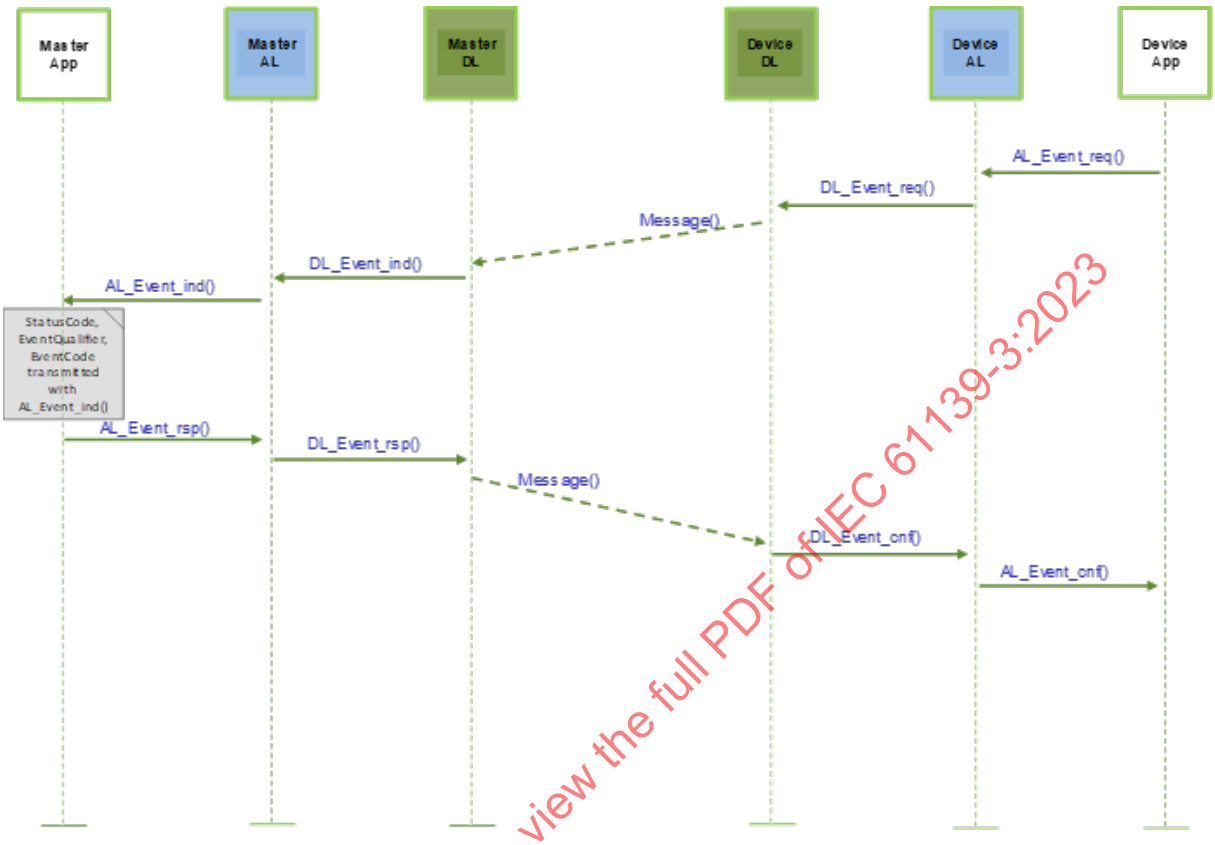


Figure 73 – Sequence diagram: Single Event scheduling

8.3.4 Process Data transfer

8.3.4.1 Process Data (PD) state machine of the W-Master-AL

Figure 74 shows the Process Data state machine of the W- Master Application Layer. Table 97 specify the sState transition tables of the PD W-Master AL.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

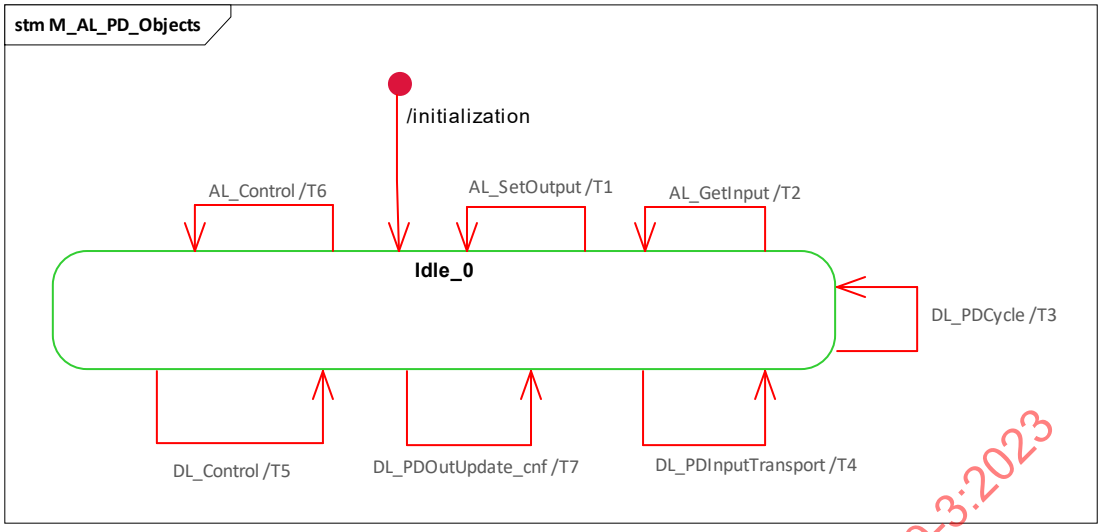


Figure 74 – PD state machine of the W-Master AL

Table 97 – State transition tables of the PD W-Master AL

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Idle_0	The W-Master AL is waiting on subordinated AL and DL service calls.

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	0	Invoke DL_PDOutputUpdate with Process Data In from AL.
T2	0	0	Read Process Data In.
T3	0	0	Invoke AL_PDCycle.
T4	0	0	DL_PDInputTransport delivers Process Data In from DL. Invoke AL_NewInput.
T5	0	0	Invoke AL_Control with Process Data In qualifier status from DL.
T6	0	0	Invoke DL_Control with Process Data Out qualifier status from AL.
T7	0	0	Invoke AL_SetOutput.cnf

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

8.3.4.2 Process Data (PD) state machine of the W-Device-AL

Figure 75 shows the Process Data state machine of the W-Device Application Layer. Table 98 specify the state transition tables of the PD W-Device AL.

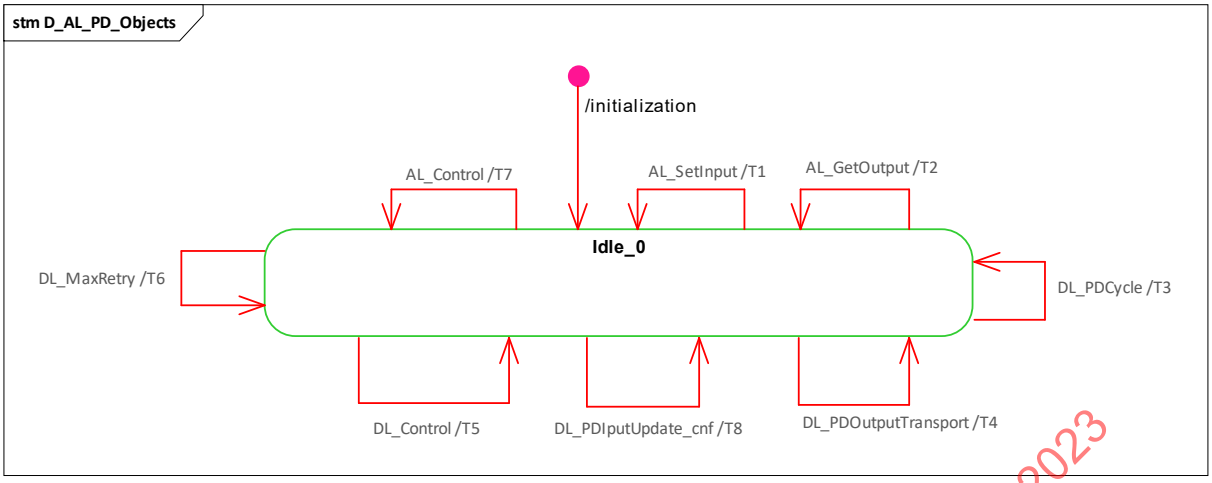


Figure 75 – PD state machine of the W-Device-AL

Table 98 – State transition tables of the PD W-Device AL

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Idle_0	The W-Device AL is waiting on subordinated AL and DL service calls.

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	0	Invoke DL_PDInputUpdate with Process Data In from AL.
T2	0	0	Read Process Data Out.
T3	0	0	Invoke AL_PDCycle.
T4	0	0	DL_PDOutputTransport delivers Process Data Out from DL. Invoke AL_NewOutput.
T5	0	0	Invoke AL_Control with Process Data Out qualifier status from DL.
T6	0	0	Invoke AL_Control with real-time fault.
T7	0	0	Invoke DL_Control with Process Data In qualifier status from AL.
T8	0	0	Invoke AL_SetInput.cnf

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

8.3.4.3 Process Data cycles

Figure 76 and Figure 77 demonstrate complete interactions between W-Master and W-Device for output and input Process Data use cases.

Figure 54 demonstrates how the AL and DL services of W-Master and W-Device are involved in the cyclic exchange of output Process Data. The W-Device application is able to acquire the current values of output PD via the AL_GetOutput service.

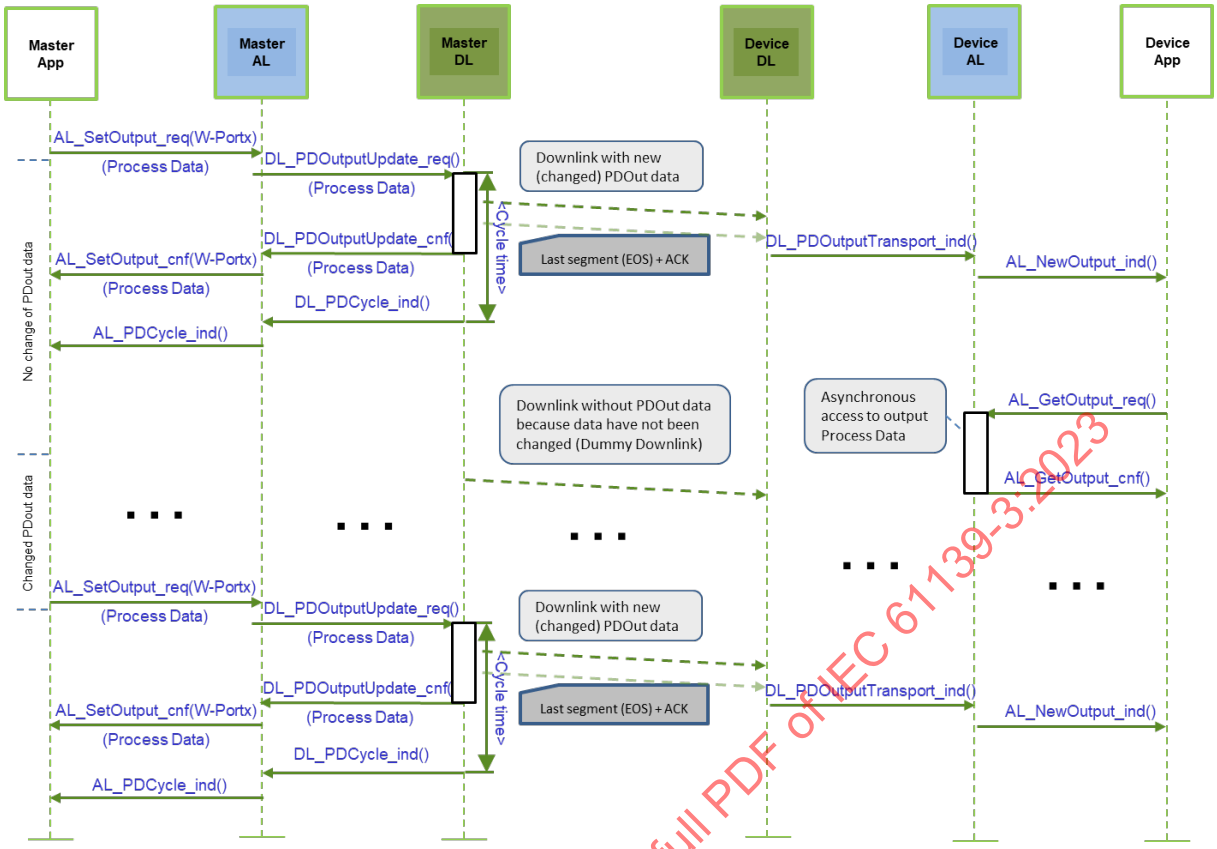


Figure 76 – Sequence diagram for output Process Data

Figure 77 demonstrates how the AL and DL services of W-Master and W-Device are involved in the cyclic exchange of input Process Data. The W-Master application is able to acquire the current values of input PD via the AL_GetInput service.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

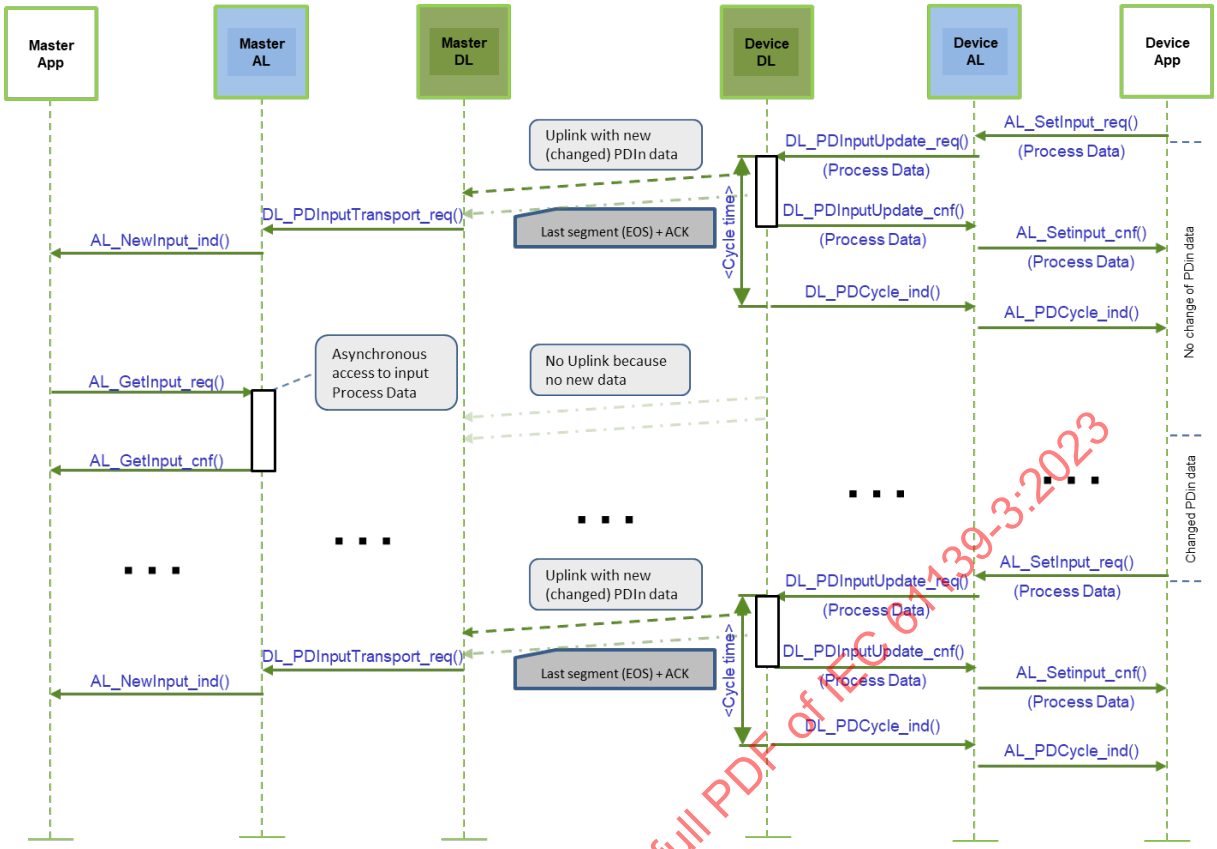


Figure 77 – Sequence diagram for input Process Data

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

9 System management

9.1 General

The system management (SM) services are used for the coordinated startup and configuration of the possible operational modes within the W-Master and the corresponding W-Devices. Since the difference between the SM of the W-Master and the W-Device is significant, the structure of this Clause 9 separates the services and protocols of W-Master and W-Device.

NOTE Some of the functionality described in this Clause 9 is implemented within the underlying PL, such as the handling of the W-Messages.

The following 9.2 to 9.4 describe the possible operational modes and associated procedures.

9.2 Modes

9.2.1 Service Mode

When a W-Track is configured to operate in ServiceMode, the frequency hopping table also utilizes the configuration frequency channels. The ServiceMode can be configured as Scan Mode, Pairing Mode or Roaming Mode. Scan and Pairing Mode are terminating automatically after the intended procedure is completed. Roaming Mode stays permanently active and a discovery procedure is regularly carried out by issuing "Scan Request" messages on the configuration channels. This is required for the "Handover Connect" procedure.

9.2.2 Cyclic Mode

9.2.2.1 General

In Cyclic Mode, the W-Master W-Track communicates with the W-Device via the assigned data channel by utilizing the frequency hopping table without configuration frequencies. This mode is utilized with fixed W-Devices.

After successful pairing of all W-Devices for a W-Track, the W-Master can switch via SM_SetTrackMode the mode from ServiceMode to Cyclic Mode. On the W-Device, the Cyclic Mode is immediately entered after successful sending of the final "Pairing Negotiation Response". Scan, Pairing and Roaming is no longer possible on this W-Track in this mode.

9.2.2.2 IMATime monitoring

The IMATime is continuously supervised within the PL. The IMATime is transferred within the W-Parameter set to the W-Device during the STARTUP procedure via SM_SetPortConfig.

The monitoring is started after the W-Device is synchronized. In case of an IMATimeout a COMLOST and an IOLW_IMATimeout event (see Clause D.2) will be generated towards the application.

When an offered IMATime (e.g. from PDCT) is rejected by the W-Device, this is indicated via an ISDU ErrorType (e.g. PAR_VALOUTOFRNG) towards the application. In this case, the W-Master executes a DL_Read(IMATime) and starts monitoring using the value from the W-Device until the application changes this setting.

The allowed range of the IMATime shall be described in the IODD of the W-Device.

9.2.2.3 WCycleTime calculation

The minimum values for WMasterCycleTimeIn and WMasterCycleTimeOut shall be calculated according to following Equations (9) and (10):

$$WMasterCycleTimeIn \geq \left\lceil \frac{PDInLength}{SlotType_{MaxPDLength}} \right\rceil \times \left\lceil \frac{MaxRetry+1}{3} \right\rceil \times 5\,\text{ms} \quad (9)$$

where

$WMasterCycleTimeIn$ is the parameter WMasterCycleTimeIn;

$PDInLength$ is the length of PDIn;

$MaxRetry$ is the maximal number of retries (see C.4.4.4);

$SlotType_{MaxPDLength}$ is defined by the SlotType:

SSlot: $SlotType_{MaxPDLength} = 1$

DSlot: $SlotType_{MaxPDLength} = 14$.

$$WMasterCycleTimeOut \geq \left\lceil \frac{PDOutLength}{MaxPDSegLength} \right\rceil \times \left\lceil \frac{MaxRetry+1}{3} \right\rceil \times 5\,\text{ms} \quad (10)$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

where

WMasterCycleTimeOut	is the parameter WMasterCycleTimeOut;
PDOutLength	is the length of PDOut;
MaxPDSegLength	is the the maximum segment length of the PDOut data to the Message handler to distribute PDOut Data within multiple W-Cycles;
MaxRetry	is the maximal number of retries (see C.4.4.4).

9.3 System management of the W-Master

9.3.1 Overview

The W-Master SM

- Establishes the required communication protocol revision.
- Checks the W-Device compatibility (actual W-Device identifications match expected values).
- Adjusts adequate cycle times.
- Computes the frequency hopping tables.
- Assigns W-Port numbers to the wireless communication relations.

For this, it uses the following services shown in Figure 99.

SM_SetMasterConfig sets the common configuration of the W-Master for all W-Tracks.

- SM_SetTrackMode sets the mode of a W-Track.
- SM_GetTrackMode gets the mode of a W-Track.
- SM_TrackScanEnd indicates the end of the Scan Mode.
- SM_TrackScanResult reports a new unpaired W-Device within the W-Track's proximity to the application.
- SM_SetPortConfig transfers the necessary parameters (configuration data) from Configuration Management (CM) to System Management (SM). The communication is then started implicitly.
- SM_PortMode reports the result of the setup back to CM, in case of negative result via corresponding "errors", such as mismatching revisions and incompatible W-Devices.
- SM_GetPortConfig reads the actual and effective parameters.
- SM_Operate switches the ports into the "OPERATE" mode.
- SM_GetPortQuality delivers the quality of the port connection.
- SM_PortPairing handles the pairing process.

The Configuration Manager in a W-Master consists of Master Configuration Manager, Track Configuration Manager and Port Configuration Manager. During initialization, the W-Master's Configuration management (CM) first reads the configuration for the W-Master (MasterID, BlockList). In the next step, the W-Master Configuration will be applied, and the radios will be switched on by SM_SetMasterConfig and the W-Master starts sending downlinks on the W-Track specific frequency channels until it gets an answer from a W-Device in the corresponding uplink slot. The W-Devices are then synchronized, and the W-Master application may call the DL service DL_SetMode (STARTUP) to create the required instances of the Master DL-mode handler.

Figure 78 demonstrates the actions between the layers W-Master application (W-Master App), Configuration Management (CM), System Management (SM), Data Link (DL) and Application Layer (AL) for the startup use case of a particular port.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

This particular use case is characterized by the following statements:

- The W-Device for the available configuration is connected and inspection is successful
- The W-Device uses the correct RevisionID according to this specification
- The configured InspectionLevel is "type compatible" (SerialNumber is read out of the W-Device, but not checked).

Dotted arrows in Figure 78 represent response services to an initial service.

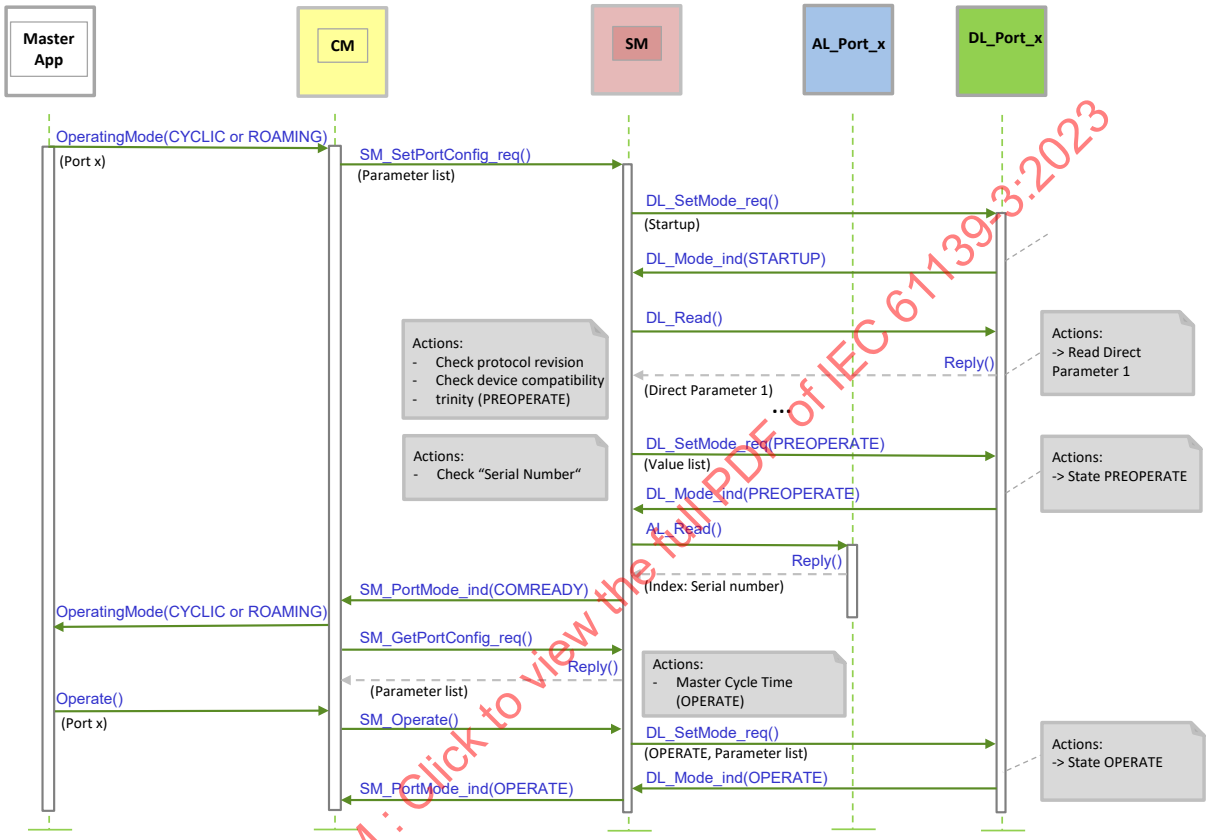


Figure 78 – Sequence chart of the use case "port x setup"

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

9.3.2 System management W-Master services

9.3.2.1 Overview

System management provides the SM W-Master services to the user via its upper interface. Table 99 lists the assignment of the W-Master to its role as initiator or receiver for the individual SM services.

Table 99 – SM services within the W-Master

Service Name		W-Master
SM_SetMasterConfig	Set common configuration of the W-Master for all W-Tracks	R
SM_SetTrackMode	Set mode of a W-Track	R
SM_GetTrackMode	Get mode of a W-Track	R
SM_TrackScanResult	Report a new unpaired W-Device within the W-Track's proximity to the application	I
SM_TrackScanEnd	Indicates the end of the Scan Mode	I
SM_SetPortConfig	Set configuration of a virtual W-Port	R
SM_GetPortConfig	Get configuration of a virtual W-Port	R
SM_PortPairing	Pair W-Device to W-Master	R
SM_PortMode	Reports the mode of a wireless port	I
SM_GetPortQuality	Acquire quality of a W-Device connection	R
SM_Operate	Activate a wireless port	R
Key (see 3.3.5) I Initiator of service R Receiver (Responder) of service		

9.3.2.2 SM_SetMasterConfig

The SM_SetMasterConfig service is used to set up the W-Master configuration. This configuration is used for all W-Tracks. The parameters of the service primitives are listed in Table 100.

Table 100 – SM_SetMasterConfig

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
ParameterList	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

ParameterList:

This parameter contains the configured parameters of a W-Master.

Parameter type: Record

Record Elements:

MasterID:

This parameter contains the MasterID of the W-Master (see Table C.2)

Permitted values: 1 to 29

BlockList:

This parameter contains the frequency channels which shall not be used by the W-Master.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

For details see Clause H.1.

SyncMaster:

This parameter specifies the W-Track number which shall run as W-Frame synchronization master (see 5.6.2.2. Parameter "TrackSynchronization" in service PL_SetTrackConfig)

Permitted values:

0 (SyncMaster is W-Track 0)

…

4 (SyncMaster is W-Track 4)

5 (all W-Tracks using an external synchronization signal)

AHTEnable:

This parameter contains the AHT operation mode.

Permitted values:

ENABLE

DISABLE

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information

Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

9.3.2.3 SM_SetTrackMode

The SM_SetTrackMode service is used to set up one W-Track with the requested W-Track configuration. The parameters of the service primitives are listed in Table 101.

Table 101 – SM_SetTrackMode

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
TrackMode	M	
TxPower	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

TrackMode:

This parameter indicates the requested operational modes of the W-Track

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Permitted values:

STOP (Communication disabled, radio turned off),

CYCLIC (W-Master is working in Cyclic Mode (Full performance)),

SCAN (W-Master is working in Scan Mode (Limited performance)),

ROAMING (W-Master is working in Roaming Mode. (Limited performance)).

TxPower:

This parameter contains the requested transmit power level of the W-Track

Permitted values: 1 to 255 (see Table C.10).

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed

ErrorInfo:

This parameter contains the error information

Permitted values:

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

9.3.2.4 SM_GetTrackMode

The SM_GetTrackMode service is used to read the W-Track configuration from the system management. The parameters of the service primitives are listed in Table 102.

Table 102 – SM_GetTrackMode

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
Result (+)		S
ParameterList		M
Result (-)		S
ErrorInfo		M

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully

ParameterList:

This parameter contains the configured W-Track parameters of a W-Master W-Track.

Parameter type: Record

Record Elements:

TrackMode:

This parameter indicates the actual operational mode of the W-Track

Permitted values: STOP, CYCLIC, SCAN, PAIRING, ROAMING

TxPower:

This parameter contains the actual transmit power level of the W-Track

Permitted values: 1 to 255 (see Table C.10)

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed

ErrorInfo:

This parameter contains the error information

Permitted values:

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

9.3.2.5 SM_TrackScanResult

The SM_TrackScanResult service is used to report a new unpaired W-Device within the W-Track's proximity to the application. This is only done if the W-Track is in Roaming Mode or Scan Mode. The parameters of the service primitives are listed in Table 103.

Table 103 – SM_TrackScanResult

Parameter Name	.ind
Argument	M
ParameterList	M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

ParameterList:

This parameter contains the information of the found W-Device.

Parameter Type: Record

Record Elements:

SlotType:

Default type of the W-Device in uplink packet given through W-Device application.

Permitted values: SSLOT, DSLOT (see Table B.22).

UniqueID:

This parameter indicates the UniqueID of the W-Device (see Figure C.3).

RevisionID:

This parameter indicates the protocol version of the found W-Device (see IEC 61131-9:2022, B.1.5).

9.3.2.6 SM_TrackScanEnd (Master)

The SM_TrackScanEnd service is used to indicate the end of the scan mode. The parameters of the service primitive are listed in Table 104.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 104 – SM_TrackScanEnd

Parameter Name	.ind
<none>	

9.3.2.7 SM_SetPortConfig

The SM_SetPortConfig service is used to set up the requested W-Device configuration. The parameters of the service primitives are listed in Table 105.

Table 105 – SM_SetPortConfig

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
ParameterList	M	
Result (+)		S
W-Port		M
Result (-)		S
W-Port		M
ErrorInfo		M

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

ParameterList:

This parameter contains the configured W-Port and W-Device parameters of a W-Master W-Port.

Parameter type: Record

Record Elements:

W-Port:

This parameter contains the W-Port number (see TDMapper, 6.2.2).

Slot_N:

This parameter contains the Slot number within the corresponding W-Track number (see TDMapper, 6.2.2)

Track_N:

This parameter selects the W-Track number with which the W-Port is assigned to (see TDMapper, 6.2.2.)

SlotType:

This parameter contains the SlotType for corresponding W-Device

Permitted values: SSLOT, DSLOT (see Table B.22).

TargetMode:

This parameter indicates the requested operational mode of the W-Port

Permitted values: INACTIVE, CYCLIC, ROAMING

UniqueID:

Data length: 9 octets

ConfiguredCycleTimeOut

This parameter contains the requested cycle time for PDOut for the OPERATE mode

Permitted values:

1 octet, time encoded according to C.4.12

ConfiguredCycleTimeIn

This parameter contains the requested cycle time for PDIn for the OPERATE mode

Permitted values:

1 octet, time encoded according to C.4.12

IMATime:

This parameter contains the requested IMA time for the OPERATE mode

Permitted values: 2 octets, time encoded according to C.4.4.3.

MaxRetry:

This parameter contains the maximum number of retries for a transmission in OPERATE mode

Permitted values: see Table C.9.

ConfiguredRevisionID (CRID):

Data length: 1 octet for the RevisionID (see Table B.23).

InspectionLevel:

Permitted values: NO_CHECK, TYPE_COMP, IDENTICAL (see Table 106).

ConfiguredVendorID (CVID):

Data length: 2 octets

NOTE VendorIDs are assigned by the IO-Link community.

ConfiguredDeviceID (CDID):

Data length: 3 octets

ConfiguredFunctionID (CFID):

Data length: 2 octets

ConfiguredSerialNumber (CSN):

Data length: up to 16 octets

MaxPDSegLength (only W-Master):

This parameter contains the maximum segment length of the PDOut data to the Message handler to distribute PDOut Data within multiple W-Cycles.

DeviceTxPower:

This parameter contains the transmit power level of the W-Device.

Permitted values: 1 to 255, see 10.10 IODD for definition

LowPowerDevice:

Permitted values: YES, NO

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully

W-Port:

This parameter contains the W-Port number

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

W-Port:

This parameter contains the W-Port number

ErrorInfo:

This parameter contains the error information

Permitted values:

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

Table 106 specifies the coding of the different InspectionLevel

Table 106 – Definition of the InspectionLevel (IL)

Parameter	InspectionLevel (IL)		
	NO_CHECK	TYPE_COMP	IDENTICAL
DeviceID (DID) (compatible)	-	Yes (RDID=CDID)	Yes (RDID=CDID)
VendorID (VID)	-	Yes (RVID=CVID)	Yes (RVID=CVID)
SerialNumber (SN)	-	-	Yes (RSN = CSN)
NOTE For W-Devices with missing SerialNumber, the IL shall not be set to IDENTICAL.			

Table 107 specifies the coding of the different Target Modes.

Table 107 – Definitions of the Target Modes

Target Mode	Definition
INACTIVE	Communication disabled
CYCLIC	W-Master is working in Cyclic Mode. (Full performance)
ROAMING	W-Master is working in Roaming Mode. (Limited performance)

9.3.2.8 SM_GetPortConfig

The SM_GetPortConfig service is used to acquire the real (actual) W-Device configuration. The parameters of the service primitives are listed in Table 108.

Table 108 – SM_GetPortConfig

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
W-Port	M	
Result (+)		S
ParameterList		M
Result (-)		S
W-Port		M
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

W-Port:

This parameter contains the W-Port number.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

ParameterList:

This parameter contains the configured W-Port and W-Device parameters of a W-Master W-Port.

Parameter type: Record

Record Elements:

W-Port:

This parameter contains the W-Port number (see TDMapper, 6.2.2).

Slot_N:

This parameter contains the Slot number within the corresponding W-Track number (see TDMapper, 6.2.2.).

Track_N:

This parameter selects the W-Track number which the W-Port is assigned to (see TDMapper, 6.2.2.).

SlotType:

This parameter contains the SlotType for corresponding W-Device.

Permitted values: SSLOT, DSLOT (see Table B.22).

TargetMode:

This parameter indicates the requested operational mode of the W-Port.

Permitted values: INACTIVE, CYCLIC, ROAMING

RealUniqueID:

Data length: 9 octets

This parameter contains the UniqueID of the paired W-Device.

RealCycleTimeOut:

This parameter contains the real (actual) cycle time for PDOut in OPERATE mode.

Permitted values: 1 octet, time encoded according to C.4.12.

RealCycleTimeIn:

This parameter contains the real (actual) cycle time for PDIn in OPERATE mode.

Permitted values: 1 octet, time encoded according to C.4.12.

IMATime:

This parameter contains the requested IMA time for the OPERATE mode.

Permitted values: 2 octets, time encoded according to C.4.12.

MaxRetry:

This parameter contains the maximum number of retries for a transmission in OPERATE mode.

Permitted values: see Table C.9.

RealRevision (RRID):

Data length: 1 octet for the RevisionID (see IEC 61131-9:2022, B.1.5).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

RealVendorID (RVID):

Data length: 2 octets

NOTE VendorIDs are assigned by the IO-Link community.

RealDeviceID (RDID):

Data length: 3 octets

RealFunctionID (RFID):

Data length: 2 octets

RealSerialNumber (RSN):

Data length: up to 16 octets

MaxPDSegLength (only W-Master):

This parameter contains the maximum segment length of the PDOut data to the Message handler to distribute PDOut.

Data within multiple W-Cycles.

DeviceTxPower:

This parameter contains the transmit power level of the W-Device.

Permitted values: 1 to 255, see 10.10 IODD for definition

LowPowerDevice:

Permitted values: YES, NO

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

W-Port:

This parameter contains the W-Port number.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

9.3.2.9 SM_PortPairing

The SM_PortPairing service is used to pair a W-Device to the W-Master. The parameters of the service primitives are listed in Table 109.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 109 – SM_PortPairing

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
W-Port	M	
PairingMethod	M	
Timeout	M	
Result (+)		S
W-Port		M
Result (-)		S
W-Port		M
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

W-Port:

This parameter contains the W-Port number

PairingMethod:

This parameter indicates the Pairing Mode which shall be used.

Permitted values:

PAIRING_BUTTON

PAIRING_UNIQUE

UNPAIRING

PAIRING_ABORTED

Timeout:

This parameter contains the timeout for a pairing attempt in seconds. See Table H.7 (definition of PAIRING_BUTTON_TIMEOUT, PAIRING_UNIQUE_TIMEOUT)

Permitted values: PAIRING_BUTTON_TIMEOUT, PAIRING_UNIQUE_TIMEOUT

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully

W-Port:

This parameter contains the W-Port number

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed

W-Port:

This parameter contains the W-Port number

ErrorInfo:

This parameter contains the error information

Permitted values:

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

9.3.2.10 SM_PortMode

The SM_PortMode service is used to indicate changes or faults of the local communication mode. These shall be reported to the W-Master application. The parameters of the service primitives are listed in Table 110.

Table 110 – SM_PortMode

Parameter Name	.ind
Argument	M
W-Port	M
Mode	M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

W-Port:

This parameter contains the W-Port number

Mode:

Permitted values:

PAIRING_SUCCESS (W-Device has been paired)

PAIRING_TIMEOUT (W-Device hasn‘t been paired within the given timeout)

INACTIVE (Communication disabled)

PORTREADY (W-Port configuration successful)

COMREADY (Communication established and inspection successful)

OPERATE (W-Port is ready to exchange Process Data)

COMLOST (Communication failed; new synchronization procedure required)

REVISION_FAULT (Incompatible protocol revision)

COMP_FAULT (Incompatible W-Device or Legacy-Device according to the InspectionLevel)

SERNUM_FAULT (Mismatching SerialNumber according to the InspectionLevel)

CYCTIME_FAULT (Device does not support the configured cycle time)

9.3.2.11 SM_GetPortQuality

The SM_GetPortQuality service is used to acquire the quality of a W-Master and W-Device connection, see 5.5.6. The parameters of the service primitives are listed in Table 111.

Table 111 – SM_GetPortQuality

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
W-Port	M	
Result (+)		S
W-Port		M
LQI_M		M
RSSI_M		M
LQI_D		M
RSSI_D		M
Result (-)		S
W-Port		M
ErrorInfo		M

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

W-Port:

This parameter contains the W-Port number

LQI_M:

This parameter contains the link quality LQI of the W-Master-Port, delivered via service PL_QualityService.

Permitted Values: 0 to 100 %, INVALID see Table C.14

RSSI_M:

This parameter contains the RSSI of the W-Master-Port, delivered via service PL_QualityService

Permitted Values: -128 to 20, INVALID see Table C.15

LQI_D:

This parameter contains the LQI of the W-Device. The value shall be requested via DL_Read (ISDU). In case of Low Energy W-Devices the value from PL_QualityService shall be used.

Permitted Values: 0 to 100 %, INVALID see Table C.14

RSSI_D:

This parameter contains the RSSI of the W-Device. The value shall be requested via DL_Read (ISDU). In case of Low Energy W-Devices the value from PL_QualityService shall be used.

Permitted Values: -128 to 20, INVALID see Table C.15

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully

W-Port:

This parameter contains the W-Port number

Quality:

This parameter contains the quality of a W-Device connection.

Permitted Values: 0 to 100 %.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed

W-Port:

This parameter contains the W-Port number

ErrorInfo:

This parameter contains the error information

Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

9.3.2.12 SM_Operate

The SM_Operate service prompts system management to calculate the WMasterCycleTime (see C.4.12) of the ports when they are acknowledged positively with Result (+). This service is effective on all the ports. The parameters of the service primitives are listed in Table 112.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 112 – SM_Operate

Parameter Name	.req	.cnf
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed

ErrorInfo

This parameter contains the error information

Permitted values:

TIMING_CONFLICT (the requested combination of cycle times for the activated ports is not possible)

9.3.3 SM W-Master protocol

9.3.3.1 Overview

Due to the comprehensive configuration, parameterization, and operational features of SDCI-W the description of the behavior with the help of state diagrams becomes rather complex. Similar to the DL state machines, this 9.3.3 uses the possibility of submachines within the main state machines.

Comprehensive compatibility check methods are performed within the submachine states. These methods are indicated by "do method" fields within the state graphs, for example in Figure 80.

The corresponding decision logic is demonstrated via activity diagrams (see Figure 82, Figure 83, Figure 84, and Figure 85).

9.3.3.2 SM W-Master State machines

9.3.3.2.1 State Machine of the W-Master W-Track handler

Figure 79 shows the main state machine of the W-Master W-Track handler. The W-Tracks will be configured (MasterID, BlockList, …) and after setting active, the different operating modes (CYCLIC, ROAMING, …) can be set. The service PL_Scan delivers every single W-Device that has been found within a scan.

Table 113 specify the state transition tables of the W-Master W-Track handler.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

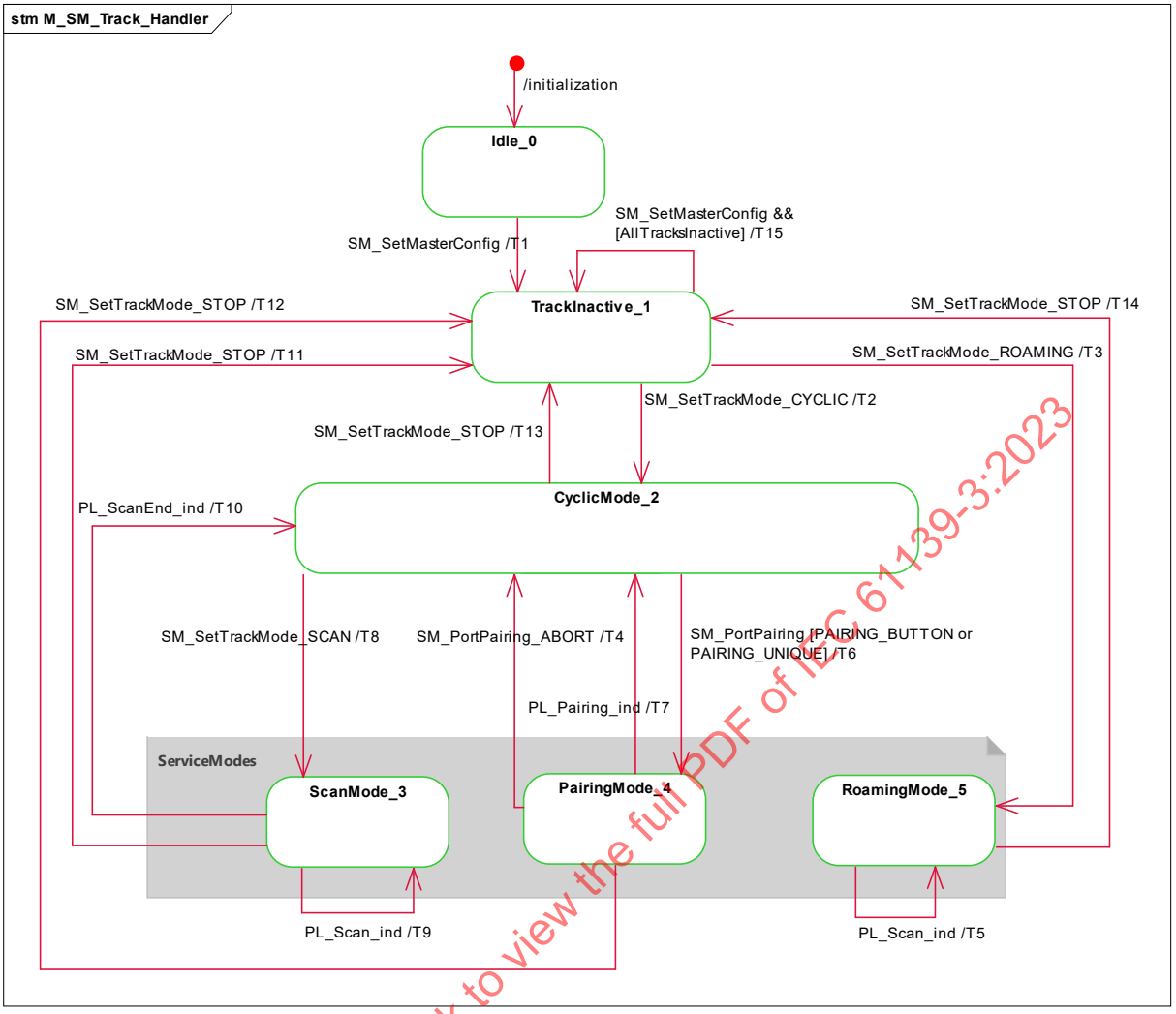


Figure 79 – State Machine of the W-Master W-Track handler

Table 113 – State transition tables of the W-Master W-Track handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Idle_0	-
TrackInactive_1	State is entered after W-Track configuration done via SM_SetMasterConfig. Waiting for activation of operating mode (CYCLIC or ROAMING).
CyclicMode_2	Track is active (Cyclic Mode). The gateway application is exchanging Process Data and ready to send or receive On-request Data.
ScanMode_3	Track is active (Scan Mode) and scanning for unpaired W-Devices via the configuration channels. Found W-Devices are reported to the application via SM_TrackScanResult.
PairingMode_4	Track is active (Pairing Mode). Additionally, the configuration channels are active. This state is left by PL_Pariring.ind automatically, if pairing is done.
RoamingMode_5	Track is active (Roaming Mode). Additionally, the configuration channels are active. Found W-Devices are reported to the application via SM_TrackScanResult.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	Invoke PL_SetTrackConfig() to configure all available W-Master W-Tracks with identical MasterID and BlockList: PL_SetTrackConfig.req (MasterID, BlockList, Track_N++, SyncTrack) The W-Tracks shall be configured in the following way: Each W-Track shall get a unique W-Track number from 0 up to 4, (e.g. consecutively numbering → Track_N++) The number given in SM_SetMasterConfig(SyncMaster) selects the W-Track which shall become SyncTrack = YES (except SyncMaster = 5).
T2	1	2	Invoke PL_SetMode (CYCLIC)
T3	1	5	Invoke PL_SetMode (ROAMING)
T4	4	2	Invoke DL_Write.req(WirelessSystemCfg)
T5	5	5	Invoke SM_TrackScanResult to report unpaired W-Devices within the W-Track's proximity
T6	2	4	—
T7	4	2	—
T8	2	3	Invoke PL_SetMode (SCAN).
T9	3	3	See T5
T10	3	2	Scan procedure is finished and reported by PL via service PL_ScanEnd.ind Invoke SM_TrackScanEnd.ind
T11	3	1	Invoke PL_SetMode (STOP)
T12	4	1	See T11
T13	2	1	See T11
T14	5	1	See T11
T15	1	1	See T1

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
AllTracksInactive	Boo	This value is set if all W-Tracks are in the state TrackInactive_0

9.3.3.2.2 State Machine of the W-Port-handler

Figure 80 shows the main state machine of the Master W-Port-handler. Two submachines for the compatibility and SerialNumber check are specified in subsequent sections. In case of communication disruption, the system management is informed via the service DL_Mode (COMLOST). Only the SM_SetPortConfig service allows reconfiguration of a port. The service SM_PortPairing allows pairing and unpairing of a W-Device. The service SM_Operate (effective on all ports) causes no effect in any state except in state "wait_7".

The SerialNumber of a pure W-Device shall follow the rules in C.4.7 SerialNumber, since the pairing mechanism covers the identity check of the W-Device.

A W-Bridge shall route the SerialNumber of its connected SDCI Device to support the SerialNumber check for InspectionLevel in the same way as for a pure wired device.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

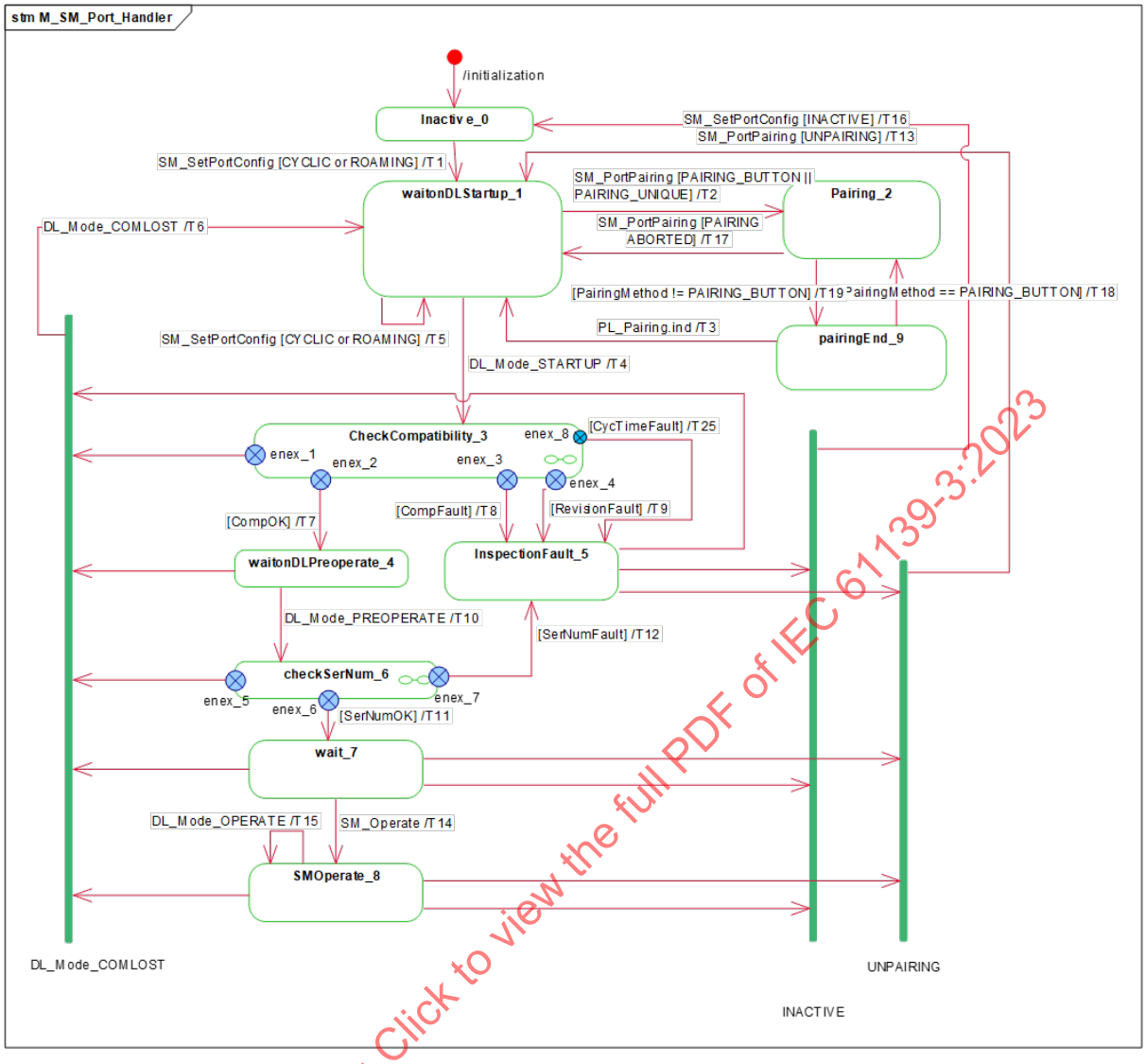


Figure 80 – State Machine of the W-Port-handler

Table 114 shows the state transition tables of the W-Master W-Port-handler.

Table 114 – State transition tables of the W-Port-handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Inactive_0	Waiting for configuration of W-Port from W-Port Config Manager
waitonDLStartup_1	Waiting for W-Device to be synced
Pairing_2	Waiting for pairing response from PL
CheckCompatibility_3	W-Port is started, and revision and W-Device compatibility is checked. See Figure 81.
waitonDLPreoperate_4	Wait until the PREOPERATE state is established and all the On-Request handlers are started. W-Port is ready to communicate.
InspectionFault_5	W-Port is ready to communicate. However, cyclic Process Data exchange cannot be performed due to incompatibilities.
CheckSerNum_6	SerialNumber is checked depending on the InspectionLevel (IL). See Figure 85.
wait_7	W-Port is ready to communicate and waits on service SM_Operate from CM.
SM Operate_8	W-Port is in state OPERATE and performs cyclic Process Data exchange.
pairingEnd_9	Wait until pairing completes. Used to check the last pairing process was pairing by button.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

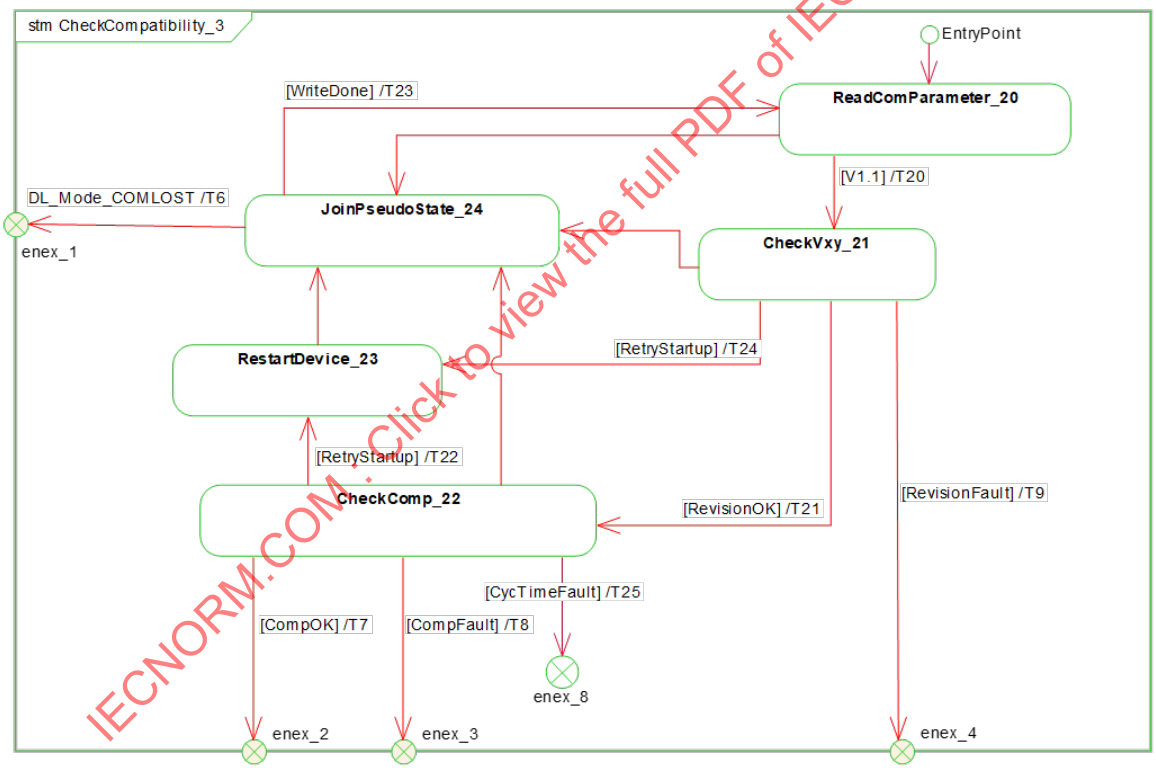
TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	Invoke PL_SetSlotConfig with configuration of W-Port from W-Port Config Manager Invoke DL_SetMode.req (STARTUP) Invoke DL_SetParam(ValueList) Invoke DL_TDConfig(ValueList)
T2	1	2	Invoke PL_Pairing.req (PAIRING_BUTTON or PAIRING_UNIQUE) depending on PairingMethod in SM_PortPairing.
T3	9	1	Invoke SM_PortMode.ind (PAIRING_SUCCESS or PAIRING_TIMEOUT) If UniqueID after pairing by button is changed from configured UniqueID: invoke EventMsg.ind(IOLW_UniqueID_Changed_LOCAL) to the W-Master application to invoke readback of port configuration.
T4	1	3	VerRetry = 0, CompRetry = 0
T5	1	1	See T1
T6	3,4,5,6,7,8	1	Invoke DL_SetMode.req (STARTUP) and SM_PortMode.ind (COMLOST) due to communication fault
T7	3	4	Write MasterCmd (DevicePreoperate) , Invoke DL_SetMode.req (PREOPERATE, ValueList)
T8	3	5	Invoke SM_PortMode.ind (COMP_FAULT), Write MasterCmd (DevicePreoperate) , DL_SetMode.req (PREOPERATE, ValueList)
T9	3	5	Invoke SM_PortMode.ind (REVISION_FAULT), Write MasterCmd (DevicePreoperate) , DL_SetMode.req (PREOPERATE, ValueList)
T10	4	6	-
T11	6	7	Invoke SM_PortMode.ind (COMREADY)
T12	6	5	Invoke SM_PortMode.ind (SERNUM_FAULT)
T13	5,7,8	1	Write MasterCmd (UnPairing) Invoke PL_Pairing.req (UNPAIRING)
T14	7	8	Write MasterCmd (DeviceOperate) Invoke DL_SetMode.req (OPERATE, ValueList)
T15	8	8	Invoke SM_PortMode.ind (OPERATE)
T16	5,7,8	0	Write MasterCmd (Inactive) SM_PortMode.ind (INACTIVE), DL_SetMode.req (INACTIVE)
T17	2	1	Pairing procedure is aborted by the W-Master application. Invoke PL_Pairing(ABORT)
T18	2	9	Update Unique ID for W-Track the W-Device shall be paired to. Invoke PL_SetSlotConfig().
T19	2	9	-
T25	3	5	SM_PortMode.ind(CYCTIME_FAULT), DL_SetMode.req(PREOPERATE, ValueList)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
CycTimeFault	Bool	See Figure 83; error variable CYCTIME_FAULT
CompOK	Bool	See Figure 83
CompFault	Bool	See Figure 83; error variable COMP_FAULT
RevisionFault	Bool	See Figure 82; error variable REVISION_FAULT
SerNumFault	Bool	See Figure 86; error variable SERNUM_FAULT
SerNumOK	Bool	See Figure 86
INACTIVE	Variable	A target mode in service SM_SetPortConfig
CYCLIC, ROAMING	Variables	Target Modes in service SM_SetPortConfig
MasterCmd	Service	DL_Write(0x00, 0x01, ...)

9.3.3.2.3 SM W-Master submachines

Figure 81 shows the Master W-Port-handler submachine checkCompatibility_3. Table 115 specify the state transition tables Submachine Check Compatibility 3 W-Port-handler.



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 81 – Submachine CheckCompatibility_3 of the W-Port-handler

Table 115 – State transition tables Submachine Check Compatibility 3 W-Port-handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
ReadComParameter_20	Write W-Parameter to WirelessSystemCfg by DL_Write(IMATime, MaxRetry, TxPower). Acquires communication parameters from Direct Parameter Page 1 (0x03 to 0x07, see Table C.1) and WCycleTime (See C.4.12) via service DL_Read.
CheckVxy_21	A check is performed whether the configured revision (CRID) matches the real (actual) revision (RRID) according to Figure 82
CheckComp_22	Acquires identification parameters from Direct Parameter Page 1 (0x08 to 0x0E) via service DL_Read (see Table C.1). The configured InspectionLevel (IL) defines the decision logic of the subsequent compatibility check "CheckComp" according to Figure 83
RestartDevice_23	Writes the compatibility parameters configured protocol revision (CRID) and configured DeviceID (CDID) into the W-Device according to Figure 84
JoinPseudoState_24	This pseudo state is used instead of a UML join bar. No guards involved.

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T20	20	21	-
T21	21	22	-
T22	22	23	CompRetry = CompRetry +1
T23	24	20	-
T24	21	23	VerRetry = VerRetry +1

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
CycTimeFault	Bool	See Figure 83; error variable CYCTIME_FAULT
CompOK	Bool	See Figure 83
CompFault	Bool	See Figure 83; error variable COMP_FAULT
RevisionFault	Bool	See Figure 82; error variable REVISION_FAULT
RevisionOK	Bool	See Figure 82
SerNumFault	Bool	See Figure 86; error variable SERNUM_FAULT
SerNumOK	Bool	See Figure 86
V1.0	Bool	Real protocol revision of connected W-Device is in accordance with this document
RetryStartup	Bool	See Figure 82 and Figure 83
VerRetry	Variable	Internal counter
CompRetry	Variable	Internal counter
WriteDone	Bool	Finalization of the restart service sequence

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Some states contain complex logic to deal with the compatibility and validity checks. Figure 82 to Figure 85 are demonstrating the context.

Figure 82 shows the decision logic for the protocol revision check in state "CheckVxy_21". In case of configured W-Devices, the following rule applies: if the configured revision (CRID) and the real revision (RRID) do not match, the CRID will be transmitted to the W-Device. If the W-Device does not accept; the W-Master returns an indication via the SM_Mode service with REV_FAULT.

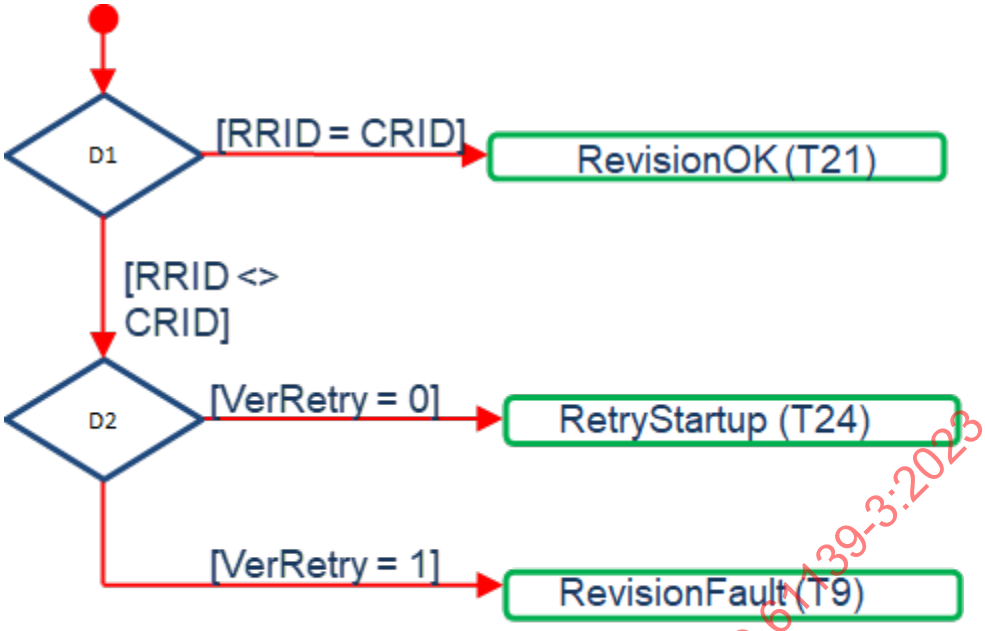


Figure 82 – Activities for state „CheckVxy_21"

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 83 shows the decision logic for the compatibility check in state "CheckComp_22".

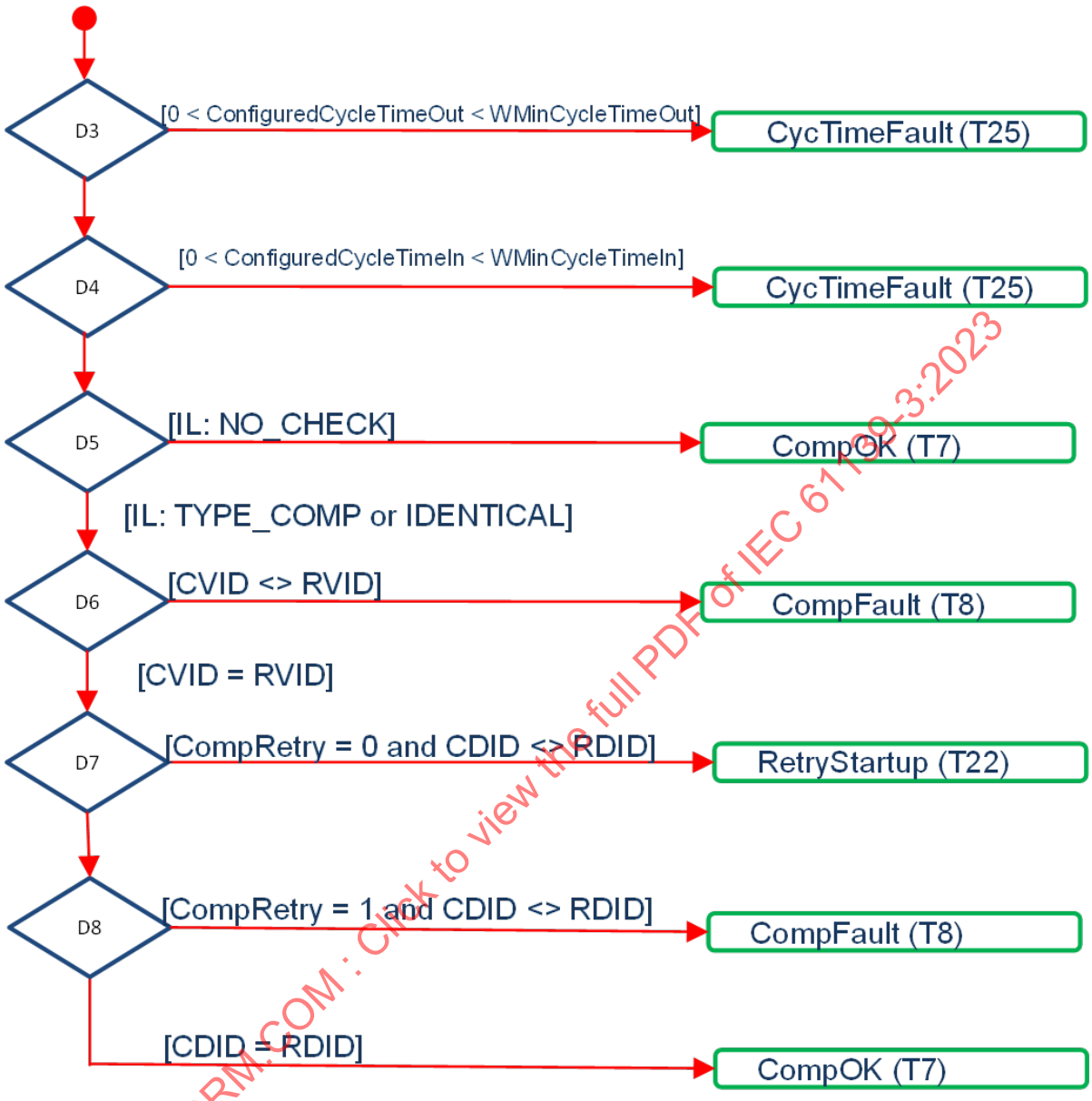


Figure 83 – Activities for state „CheckComp_22"

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 84 shows the activity (write parameter) in state "RestartDevice_23".

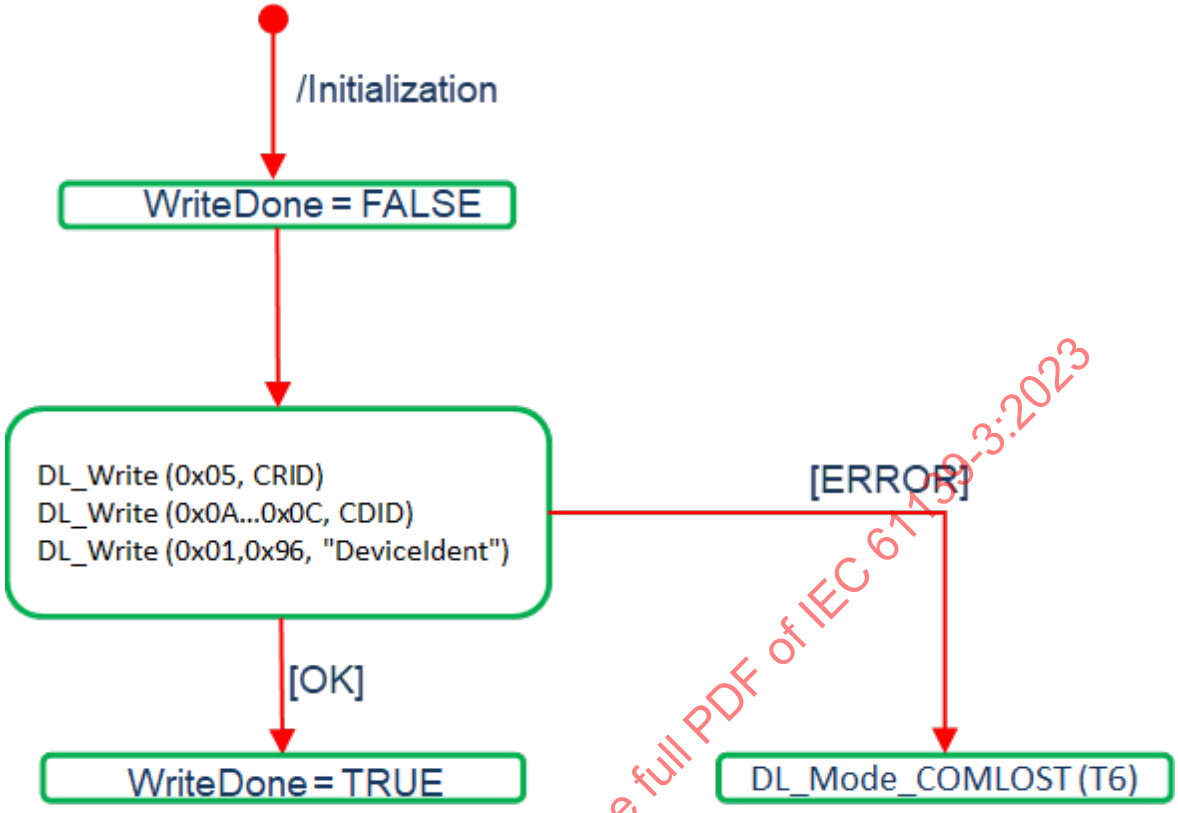


Figure 84 – Activities (write parameter) in state "RestartDevice_23"

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 85 shows the SM Master submachine "checkSerNum_6". State "CheckSerNum_31" can be skipped (option). Table 116 specify the state transition tables Submachine CheckSerNum_6 of the W-Port-handler.

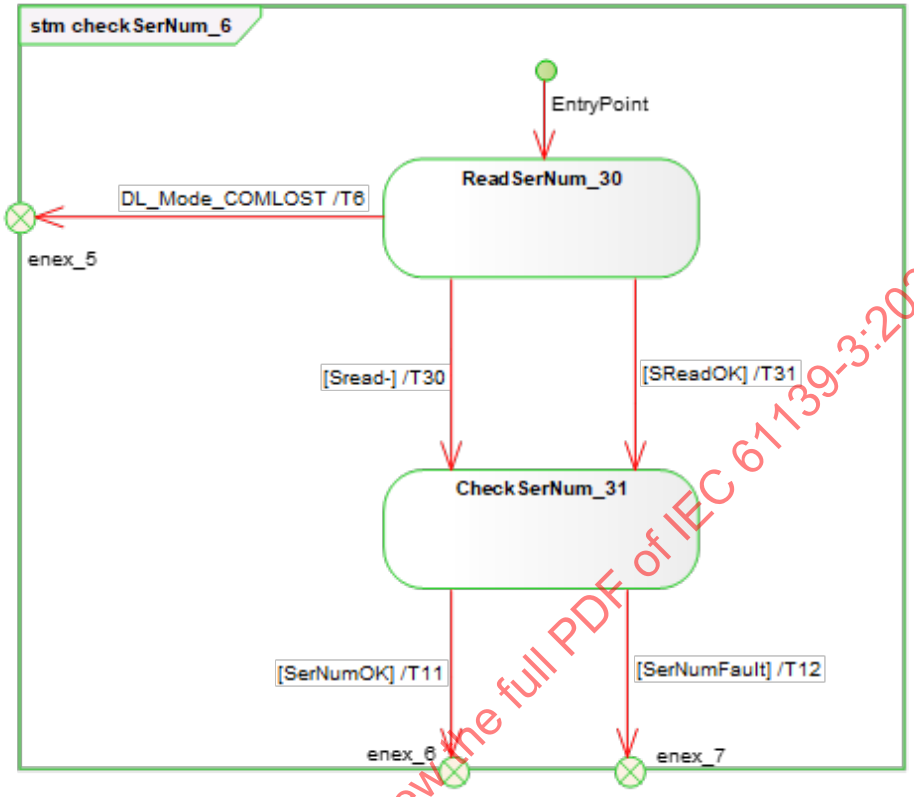


Figure 85 – Submachine CheckSerNum_6 of the W-Port-handler

Table 116 – State transition tables Submachine CheckSerNum_6 of the W-Port-handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
ReadSerNum_30	Acquires the SerialNumber from the W-Device via AL_Read.req (Index: 0x0015). A positive response (AL_Read(+)) leads to SReadOK = true. A negative response (AL_Read(-)) leads to SRead- = true.
CheckSerNum_61	Optional: SerialNumber checking skipped or checked correctly.

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T30	30	31	—
T31	30	31	—

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
SRead-	Bool	Negative response of service AL_Read (Index 0x0015)
SReadOK	Bool	SerialNumber read correctly
SERNumOK	Bool	See Figure 86
SERNumFault	Bool	See Figure 86

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 86 shows the decision logic (activity) for the state CheckSerNum_6.

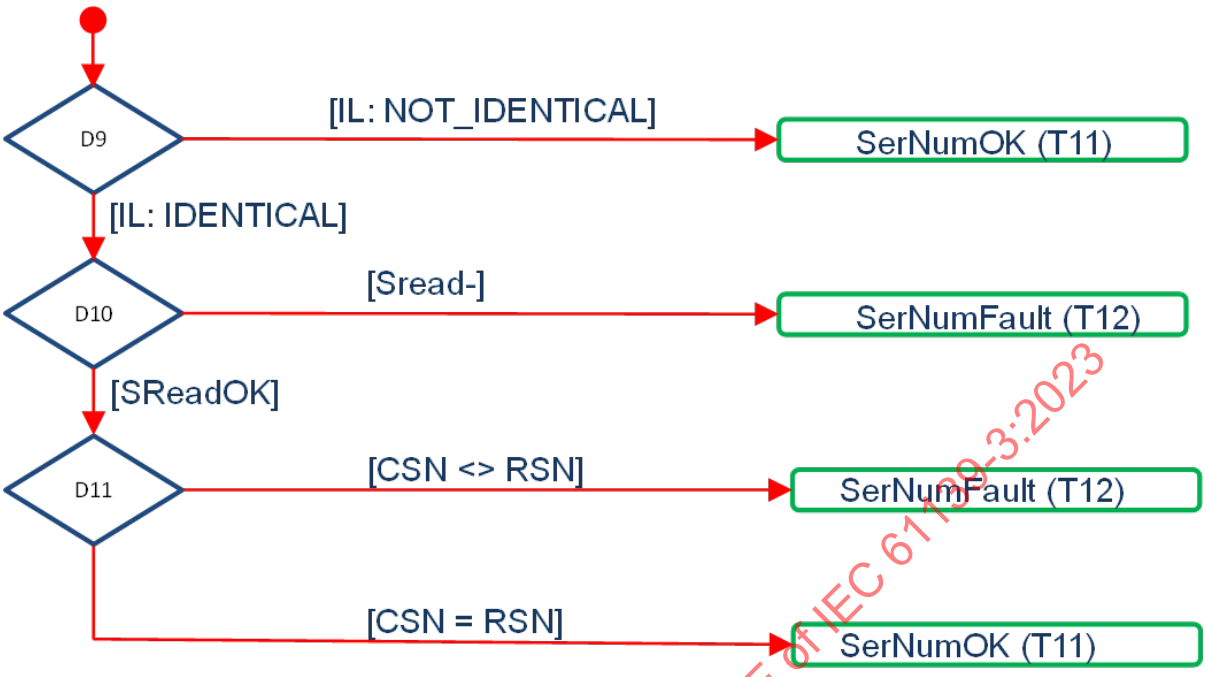


Figure 86 – Activities (check SerialNumber) for state CheckSerNum_6

9.3.3.2.4 State Machine of W-Master AHT handler

Figure 87 shows the main state machine of the W-Master AHT-handler. The hopping table will be configured and updated to all W-Tracks and connected W-Devices, see Clause H.4. Table 117 specify the State transition tables of the W-Master AHT-handler.

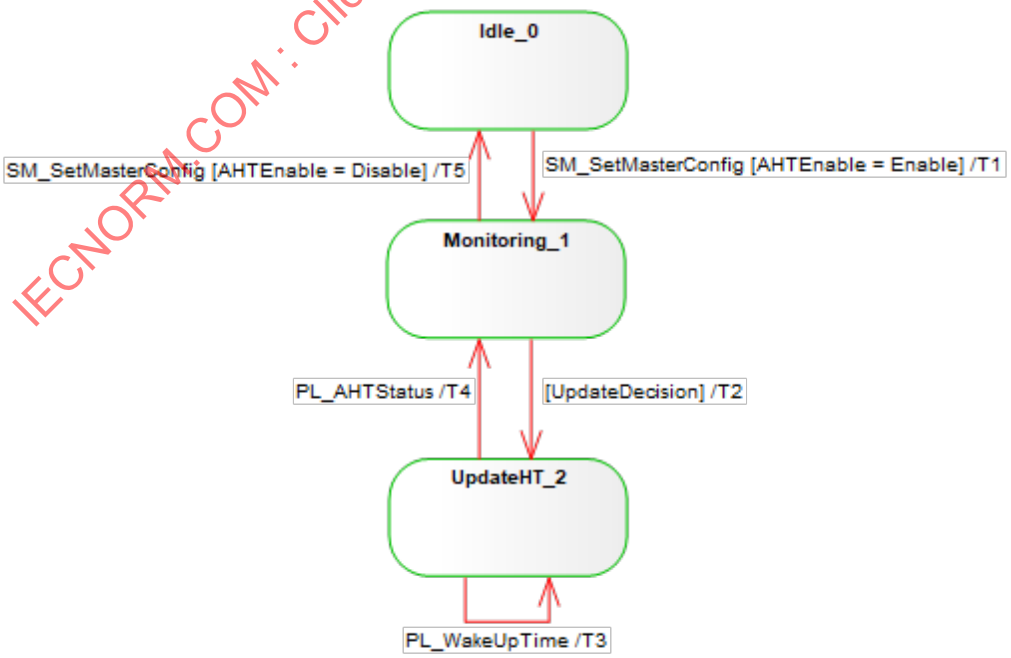


Figure 87 – State Machine of the W-Master AHT-handler

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 117 – State transition table of the W-Master AHT-handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Idle_0	-
Monitoring_1	State monitors the hopping frequencies and decides if to perform an update. Data will be collected by radio manufacturer services
UpdateHT_2	Update sequence in progress.

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	Invoke PL_GetHopTable(Track_N) for each W-Track number to acquire all the hopping tables of the W-Master. Set AHTEnable = Enable.
T2	1	2	Invoke PL_SetWakeUpTime.req(WakeUpTime) Invoke PL_SetHopTable to dedicated W-Track Low energy W-Devices: Invoke DL_Write.req(WakeUp) All regular W-Devices: Invoke DL_Write.req(HopTable)
T3	2	2	Invoke DL_Write.req (HopTable + WakeUpTime)
T4	2	1	Status: JUMP_SUCCESS – Invoke PL_SetHopTable to all other W-Tracks WAKE_UP_ABORT – restart sequence, invoke T2 JUMP_FAIL – return to previous HopTable, invoke T2 STOP – PL W-Track has stopped, update aborted
T5	1	0	Set AHTEnable = Disable

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
AHTEnable	variable	Indicates the AHT operation mode, set by SM_SetMasterConfig
UpdateDecision	guard	Indicates a decision to update the hopping table

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

9.4 System management of the W-Device

9.4.1 Overview

Figure 94 provides an overview of the structure and services of the W-Device system management.

The System Management (SM) of the W-Device provides the central controlling instance via the PL through all the phases of initialization, communication startup and communication.

The W-Device SM interacts with the PL to establish the necessary radio adjustments (see Figure 46 PL W-Device state machine), with the DL to get the necessary information from the W-Master and with the W-Device applications to ensure the Device identity and compatibility (identification parameters).

The transitions between the W-Device PL states (see Figure 46) are initiated by the W-Master W-Track activities (scan, pairing, synchronization, …) and triggered through the W-Device Data Link Layer via the DL_Mode indications and DL_Write requests (commands).

The SM provides the Device identification parameters through the W-Device applications interface.

The sequence chart in Figure 88 demonstrates the two possibilities of pairing of a typical Device sequence. It shows only the actions until the ComEstablish state. The remaining actions until the OPERATE state can be taken from Figure 91.



Figure 88 – Sequence chart of a W-Device pairing

9.4.2 System management W-Device services

9.4.2.1 Overview

Subclause 9.4.2 describes the services the W-Device system management provides to its applications as shown in Figure 99.

Table 118 lists the assignment of the W-Device to its role as initiator or receiver for the individual system management service.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 118 – System management services within the W-Device

Service Name		W-Device
SM_SetDeviceCom	Configure communication properties supported by W-Device	R
SM_GetDeviceCom	Read the current communication properties	R
SM_SetDeviceIdent	Configure W-Device identification data	R
SM_GetDeviceIdent	Read W-Device identification parameter	R
SM_SetDeviceMode	Set W-Device into a defined operational state during initialization	R
SM_Device Mode	Indicate changes of communication states to the W-Device application	I
Key (see 3.3.5) I Initiator of service R Receiver (Responder) of service		

9.4.2.2 SM_SetDeviceCom

The SM_SetDeviceCom service is used to configure the communication properties supported by the W-Device in the system management. The parameters of the service primitives are listed in Table 119.

Table 119 – SM_SetDeviceCom

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
ParameterList	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

ParameterList:

This parameter contains the configured communication parameters for a W-Device.

Parameter type: Record

Record Elements:

MAXRetry:

This parameter contains the initial maximum number of allowed retries in count of W-Sub-Cycles (see Table C.9).

This value is only used for communication establishment and will be changed by the W-Master at startup.

IMATime:

This parameter contains the initial I am alive time. Permitted values: 2 octets, time encoded according to C.4.4.3.

This value is only used for communication establishment and will be changed by the W-Master at startup.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TxPower:

This parameter contains the initial transmission power for the W-Device (see Table C.10).

This value is only used for communication establishment and will be changed by the W-Master at startup.

DLinkType:

This parameter contains the downlink type (see Table 27) for the radio to listen (full downlinks or pre-downlinks).

SlotType:

This parameter contains the uplink type (see Table B.22) for the uplink capability of the radio (single slot or double slot).

UniqueID:

This parameter contains the UniqueID from the W-Device (see Figure C.3).

WMinCycleTimeOut:

This parameter contains the minimum cycle time supported for PDOut by the W-Device (see C.4.12)

WMinCycleTimeIn:

This parameter contains the minimum cycle time supported for PDIn by the W-Device (see C.4.12).

RevisionID (RID):

This parameter contains the protocol revision (see C.2.3) supported by the W-Device.

ProcessDataIn:

This parameter contains the length of PD to be sent to the W-Master.

ProcessDataOut:

This parameter contains the length of PD to be sent by the W-Master.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

9.4.2.3 SM_GetDeviceCom

The SM_GetDeviceCom service is used to read the current communication properties from the system management. The parameters of the service primitives are listed in Table 120.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 120 – SM_GetDeviceCom

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
Result (+)		S
ParameterList		M
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

ParameterList:

This parameter contains the configured communication parameters for a W-Device.

Parameter type: Record

Record Elements:

MAXRetry:

This parameter contains the current number of allowed retries in count of W-Sub-cycles (see C.4.4.4).

IMATime:

This parameter contains the current I am alive time. Permitted values: 2 octets, time encoded according to C.4.4.3.

TxPower:

This parameter contains the current transmission power for the W-Device (see Table C.10).

DLinkType:

This parameter contains the current downlink type (see Table 27) for the radio to listen (full downlink packets or Pre-Downlink packet parts).

SlotType:

This parameter contains the uplink (see Table B.22) for the uplink capability of the radio (single slot or double slot).

WMasterCycleTimeOut:

This parameter contains the WMasterCycleTimeOut to be set by the W-Master system management (see C.4.12). This parameter is only valid in the state SM_Operate.

WMasterCycleTimeIn:

This parameter contains the WMasterCycleTimeIn to be set by the W-Master system management (see C.4.12).This parameter is only valid in the state SM_Operate.

RevisionID (RID):

This parameter contains the current protocol revision (see C.2.3) within the system management of the W-Device.

ProcessDataIn:

This parameter contains the current length of PD to be sent to the W-Master (see C.2.4).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ProcessDataOut:

This parameter contains the current length of PD to be sent by the W-Master (see C.2.5).

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state, should only be returned if no communication parameters are set).

9.4.2.4 SM_SetDeviceIdent

The SM_SetDeviceIdent service is used to configure the W-Device identification data in the system management. The parameters of the service primitives are listed in Table 121.

Table 121 – SM_SetDeviceIdent

Parameter name	.req	.cnf
Argument	M	
ParameterList	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

ParameterList:

This parameter contains the configured identification parameter for a W-Device.

Parameter type: Record

Record Elements:

VendorID (VID):

This parameter contains the VendorID assigned to a W-Device (see IEC 61131-9:2022, B.1.8).

Data length: 2 octets

DeviceID (DID):

This parameter contains one of the assigned DeviceIDs (see IEC 61131-9:2022, B.1.9).

Data length: 3 octets

FunctionID (FID):

This parameter contains one of the assigned FunctionIDs (see IEC 61131-9:2022, B.1.10)

Data length: 2 octets

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state)

PARAMETER_CONFLICT (consistency of parameter set violated)

9.4.2.5 SM_GetDeviceIdent

The SM_GetDeviceIdent service is used to read the W-Device identification parameter from the system management. The parameters of the service primitives are listed in Table 122.

Table 122 – SM_GetDeviceIdent

Parameter name	.req	.cnf
Argument	M	
Result (+)		S
ParameterList		M
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

ParameterList:

This parameter contains the configured communication parameters of the W-Device.

Parameter type: Record

Record Elements:

VendorID (VID):

This parameter contains the actual VendorID of the W-Device (see B.1.8)

Data length: 2 octets

DeviceID (DID):

This parameter contains the actual DeviceID of the W-Device (see B.1.9)

Data length: 3 octets

FunctionID (FID):

This parameter contains the actual FunctionID of the W-Device (see B.1.10).

Data length: 2 octets

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state should only be returned if no identification data are set).

9.4.2.6 SM_SetDeviceMode

The SM_SetDeviceMode service is used to set the W-Device into a defined operational state during initialization. The parameters of the service primitives are listed in Table 123.

Table 123 – Service SM_SetDeviceMode

Parameter Name	.req	.cnf
Argument	M	
Mode	M	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

Mode:

Permitted values:

IDLE	(W-Device changes to waiting for configuration via application)
ESTABCOM UniqueID)	(W-Device changes to waiting for synchronization or pairing by
PAIRING_BUTTON	(W-Device changes to waiting for pairing by button)

Result (+):

This selection parameter indicates that the service has been executed successfully.

Result (-):

This selection parameter indicates that the service failed.

ErrorInfo:

This parameter contains the error information.

Permitted values:

STATE_CONFLICT (service unavailable within current state).

9.4.2.7 SM_DeviceMode

The SM_DeviceMode service is used to indicate changes of communication states to the W-Device application. The parameters of the service primitives are listed in Table 124.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 124 – Service SM_DeviceMode

Parameter Name	.ind
Argument	M
Mode	M

Argument:

The service-specific parameters are transmitted in the argument.

Mode:

Permitted values:

IDLE	(W-Device changed to waiting for configuration)
ESTABCOM	(W-Device changed to the SM mode "SM_ComEstablish")
UNPAIRED	(W-Device is unpaired at startup)
PAIRED	(W-Device is paired at startup)
TIMEOUT	(timeout occurred)
PERMANENT	(W-Device has been paired permanently)
TEMPORARY	(W-Device has been paired as roaming W-Device)
PAIRING_BUTTON	(W-Device changed to waiting for pairing by button)
STARTUP	(W-Device changed to the STARTUP mode)
IDENT_STARTUP	(W-Device changed to the SM mode "SM_IdentStartup")
IDENT_CHANGE	(W-Device changed to the SM mode "SM_IdentCheck")
PREOPERATE	(W-Device changed to the PREOPERATE mode)
OPERATE	(W-Device changed to the OPERATE mode)

9.4.3 SM W-Device protocol

9.4.3.1 Overview

The behavior of the W-Device is mainly driven by W-Master messages. Compared to SDCI (cyclic Process Data exchange) the transmission of Process Data between a W-Master and a W-Device is only necessary if they change. Therefore, a W-Device can send Process Input Data without an explicit request of the W-Master. A W-Device can also send events without a W-Master request.

9.4.3.2 State machine of W-Device System Management

Figure 89 shows the state machine for W-Device System Management, it evaluates the different communication phases during startup and controls communication status of the W-Device. Table 125 specify the state transition tables of the W-Device System Management.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

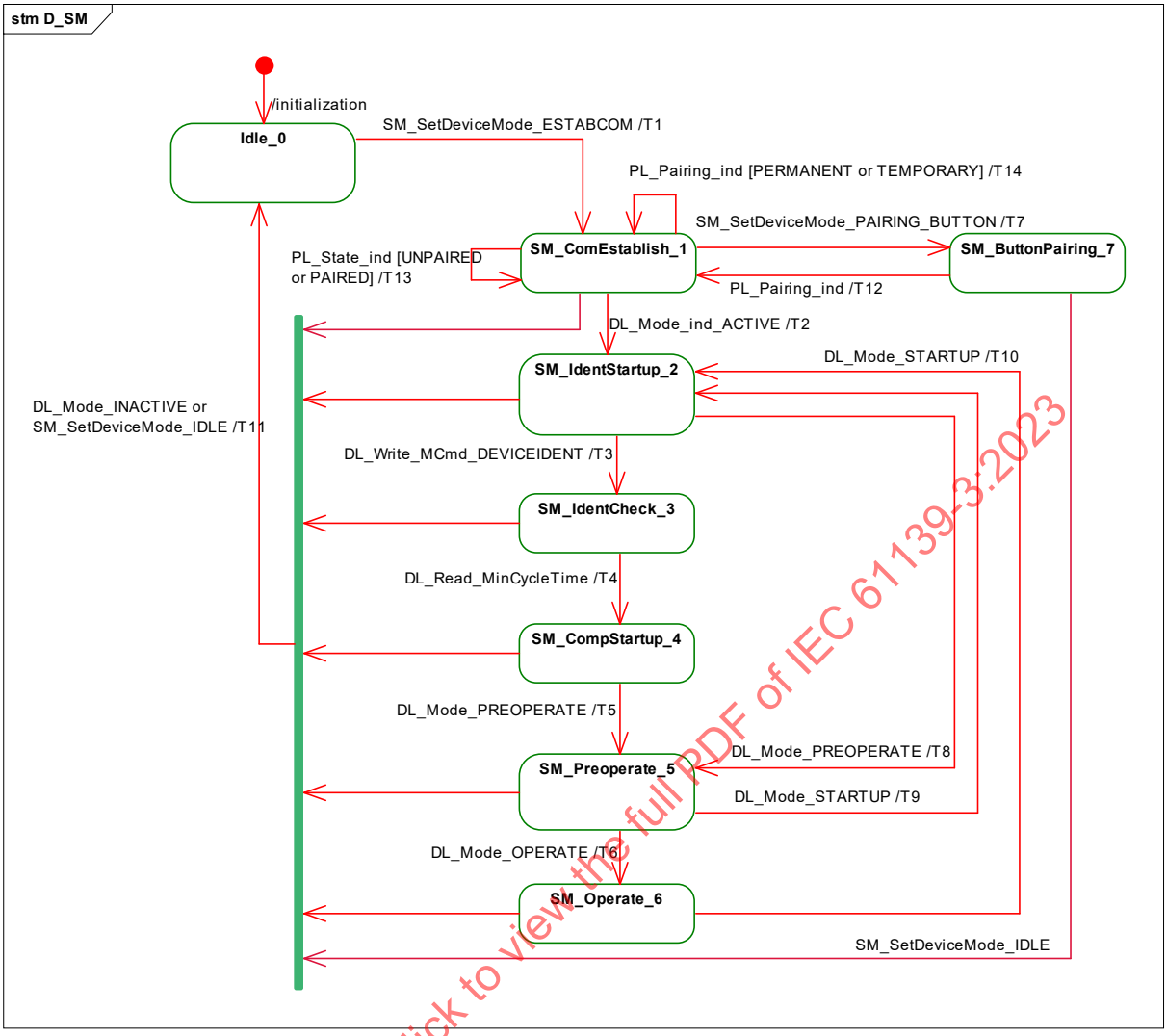


Figure 89 – State machine for W-Device System Management

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 125 – State transition tables of the W-Device System Management

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Idle_0	In SM_Idle the SM is waiting for configuration by the W-Device application. The state is left on receiving a SM_SetDeviceMode(ESTABCOM) request from the W-Device application. The following sequence of services shall be executed between W-Device application and SM: Invoke SM_SetDeviceCom(initial parameter list) Invoke SM_SetDeviceIdent(VID, initial DID, FID)
Com_Establish_1	In SM_ComEstablish the SM is waiting for the communication to be established. The state is left on a DL_Mode.ind(ACTIVE) from DL-mode handler, if the W-Device is connected to W-Master. In case of no connection (the W-Device is out of range or not paired) this state is kept. In this state, it is possible to pair the W-Device only via UniqueID triggered by W-Master
IdentStartup_2	In this state the W-Parameters are written by DL_Write(WirelessSystemCfg) and the communication parameter (Direct Parameter Page 1, addresses 0x03 to 0x07 and WCycleTime, see C.4.12) are read by the W-Master SM via DL_Read requests. In SM_IdentStartup the identification data (VID, DID, FID) are read and verified by the W-Master. In case of incompatibilities the W-Master SM writes the supported Revision (RID) and configured DeviceID (DID) to the W-Device. The state is left upon reception of a DL_Mode(INACTIVE), a DL_Mode(PREOPERATE) indication (compatibility check passed), or a DL_Write(MCmd_DEVICEIDENT) request (new compatibility requested).
IdentCheck_3	In SM_IdentCheck the SM waits for new initialization of identification parameters by application. The state is left on receiving a DL_Mode(INACTIVE) indication or a DL_Read(W-Parameter, Index 0x5007 = "WCycleTime") request. Within this state the W-Device application shall check the RID and DID parameters from the SM and set these data to the supported values. Therefore, the following sequence of services shall be executed between W-Device application and SM. Invoke SM_GetDeviceCom(configured RID, parameter list) Invoke SM_GetDeviceIdent(configured DID, parameter list) Invoke W-Device application checks and provides compatibility function and parameters Invoke SM_SetDeviceCom(new supported RID, new parameter list) Invoke SM_SetDeviceIdent(new supported DID, parameter list)
CompStartup_4	In SM_CompStartup the communication and identification data are reread and verified by the W-Master SM. The state is left on receiving a DL_Mode(INACTIVE) or a DL_Mode(PREOPERATE) indication.
Preoperate_5	During SM_Preoperate the SerialNumber can be read and verified by the W-Master SM, as well as Data Storage and W-Device parameterization may be executed. The state is left on receiving a DL_Mode(INACTIVE), a DL_Mode(STARTUP) or a DL_Mode(OPERATE) indication.
Operate_6	During SM_Operate the cyclic Process Data exchange and acyclic On-request Data transfer are active. The state is left on receiving a DL_Mode(INACTIVE) or a DL_Mode(STARTUP) indication.
ButtonPairing_7	In SM_ButtonPairing the SM is waiting for Pairing by Button.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	The W-Device is switched to the communication mode by receiving the trigger SM_SetDeviceMode(ESTABCOM) by application. Invoke SM_DeviceMode.ind(ESTABCOM). Set WDeviceMode to INACTIVE (see C.4.4) Invoke DL_SetParam(initial parameter list) Invoke PL_SetMode(START).
T2	1	2	The W-Device application receives an indication that the communication has been established by receiving the trigger DL_Mode.ind(ACTIVE). Set WDeviceMode to IDENTSTARTUP (see C.4.4)
T3	2	3	The W-Device identity check phase is entered by receiving the trigger DL_Write.ind(MCmd_DEVICEIDENT). Invoke SM_DeviceMode(IDENTCHANGE) Set WDeviceMode to IDENTCHANGE (see C.4.4)
T4	3	4	The W-Device compatibility startup phase is entered by receiving the trigger DL_Read.ind(W-Parameter, Index 0x5007 = "WCycleTime").
T5	4	5	The W-Device's preoperate phase is entered by receiving the trigger DL_Mode.ind(PREOPERATE). Invoke SM_DeviceMode(PREOPERATE) Set WDeviceMode to PREOPERATE (see C.4.4)
T6	5	6	The W-Device's operate phase is entered by receiving the trigger DL_Mode.ind(OPERATE). Invoke SM_DeviceMode(OPERATE) Set WDeviceMode to OPERATE (see C.4.4)
T7	1	7	The W-Device is switched to the pairing by button mode by receiving the trigger SM_SetDeviceMode(PAIRING_BUTTON) from W-Device application. Invoke PL_Pairing(PAIRING_BUTTON)
T8	2	5	The W-Device's preoperate phase is entered by receiving the trigger DL_Mode.ind(PREOPERATE). Invoke SM_DeviceMode(PREOPERATE) Set WDeviceMode to PREOPERATE (see C.4.4)
T9	5	2	The W-Device's communication startup phase is entered by receiving the trigger DL_Mode.ind(STARTUP). Invoke SM_DeviceMode(STARTUP) Set WDeviceMode to STARTUP (see C.4.4)
T10	6	2	The W-Device's communication startup phase is entered by receiving the trigger DL_Mode.ind(STARTUP). Invoke SM_DeviceMode(STARTUP) Set WDeviceMode to STARTUP (see C.4.4)
T11	2, 3, 4, 5, 6	0	The W-Device is switched to SM_Idle mode by receiving the trigger DL_Mode.ind(INACTIVE) or SM_SetDeviceMode(IDLE). Set WDeviceMode to INACTIVE (see C.4.4) Invoke PL_SetMode(STOP_KEEP) Invoke SM_DeviceMode(IDLE)
T12	7	1	The transition is triggered by PL_Pairing.ind(TIMEOUT) or PL_Pairing.ind(PERMANENT) Invoke SM_DeviceMode(ESTABCOM). Invoke SM_DeviceMode(TIMEOUT or PERMANENT).
T13	1	1	Invoke SM_DeviceMode.ind(PAIRED or UNPAIRED) to indicate PL-State after startup
T14	1	1	Invoke SM_DeviceMode.ind(PERMANENT or TEMPORARY) to indicate PL-State after pairing

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

9.4.3.3 State Machine of W-Device AHT handler

Figure 90 shows the main state machine of the W-Device AHT-handler. The handler manages the Adaptive Hopping Table mechanism, see Clause H.4. Table 126 specifies the state transition table of the W-Device AHT-handler.

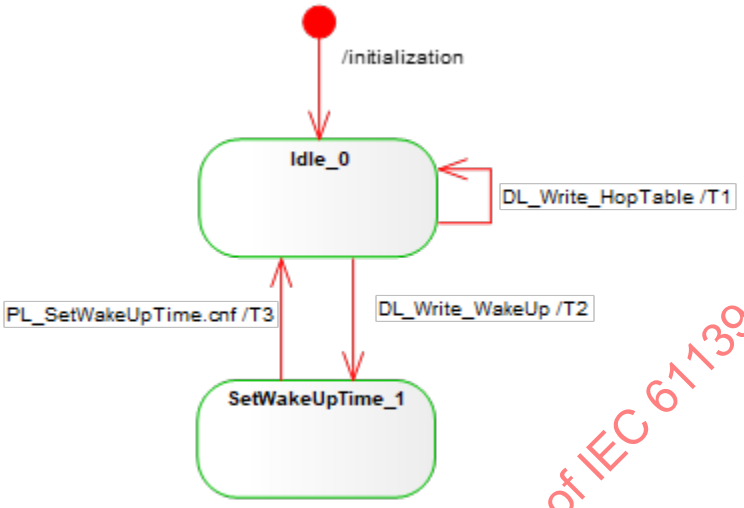


Figure 90 – State Machine of the W-Device AHT-handler

Table 126 – State transition table of the W-Device AHT-handler

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
Idle_0	-
SetWakeUpTime_1	Set the WakeUpTime of low energy W-Device.

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	0	Invoke PL_SetHopTable(HopTable)
T2	0	1	Invoke PL_SetWakeUpTime(WakeUpTime)
T3	1	0	See T1

9.4.3.4 Start-up and Synchronization

Figure 91 shows a typical sequence chart for the SM communication startup of a W-Device matching the W-Parameter of the W-Master port (regular startup).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

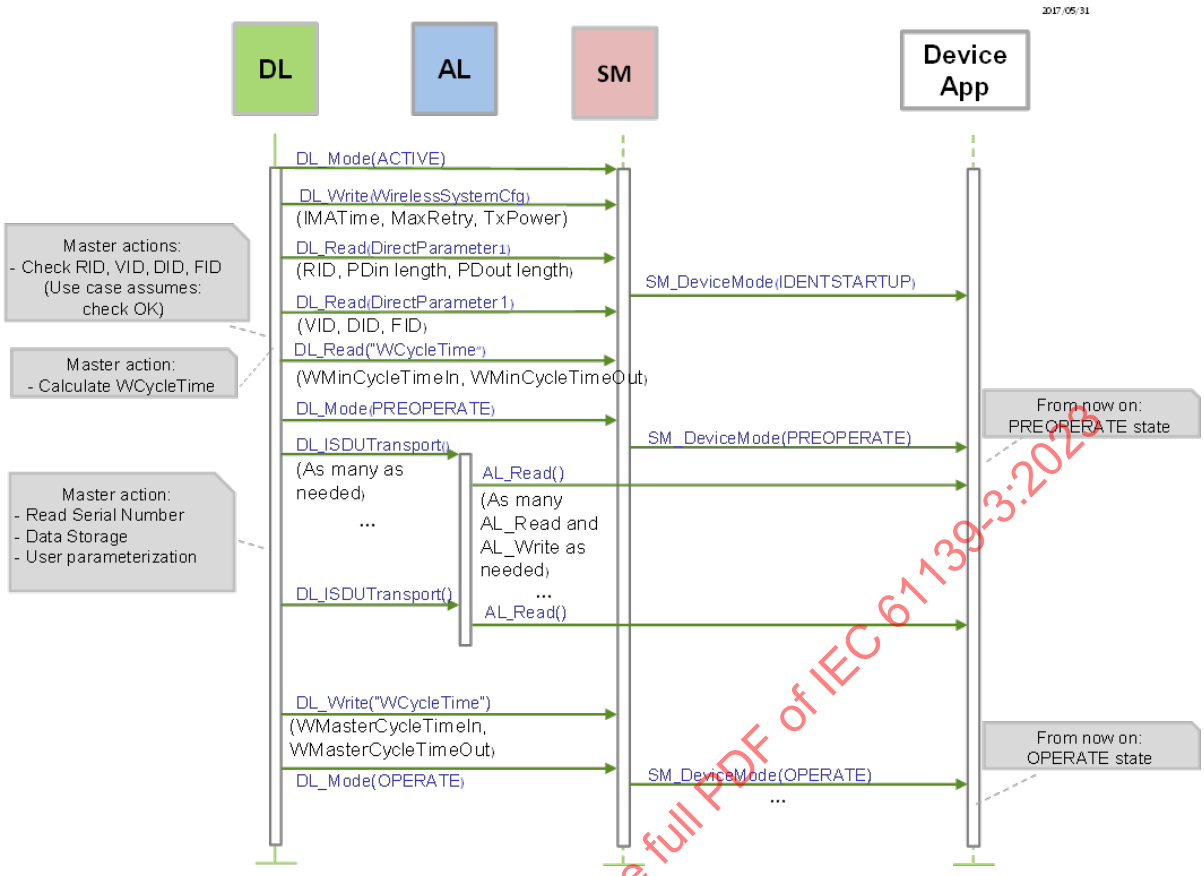


Figure 91 – Sequence chart of a regular W-Device startup

Figure 92 shows a typical sequence chart for the SM communication startup of a W-Device not matching the W-Parameter of the W-Master port (compatibility mode). In this mode, the W-Master tries to overwrite the W-Device's identification parameters to achieve a compatible and a workable mode.

The sequence chart in Figure 92 shows only the actions until the PREOPERATE state. The remaining actions until the OPERATE state can be taken from Figure 89.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

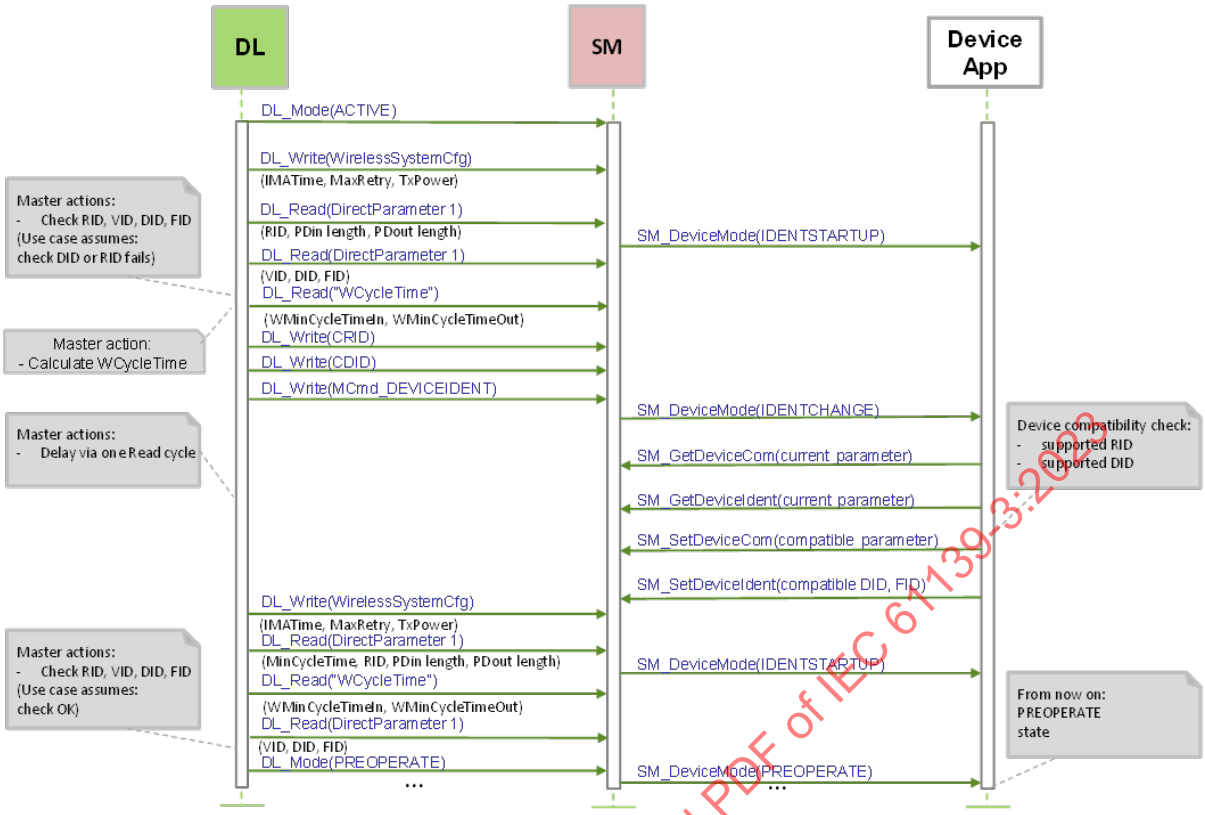


Figure 92 – Sequence chart of a W-Device startup in compatibility mode

Figure 93 shows a typical sequence chart for the SM communication startup of a W-Device not matching the W-Master port. The system management of the W-Master tries to reconfigure the W-Device with alternative W-Device identification parameters (compatibility mode). In this use case, the alternative parameters are assumed to be incompatible.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

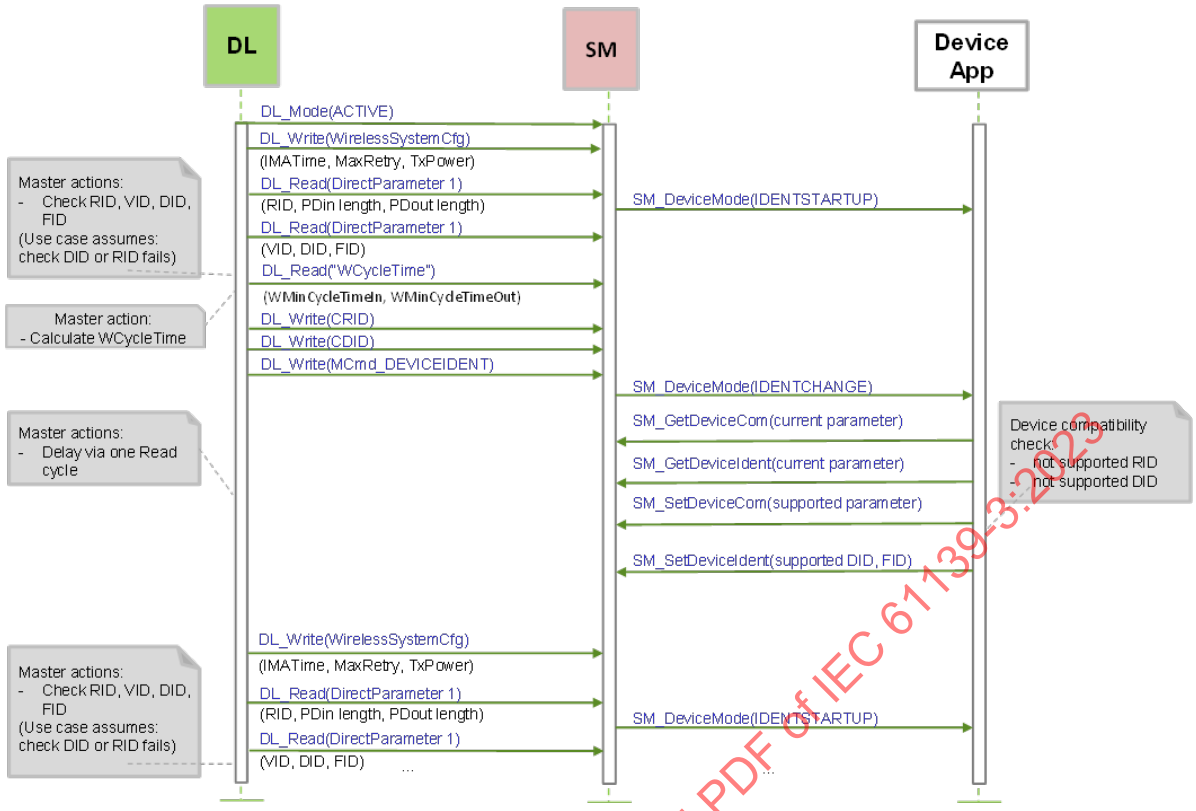


Figure 93 – Sequence chart of a Device startup when compatibility fails

10 W-Device

10.1 Overview

Figure 94 provides an overview of the complete structure and services of a W-Device.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

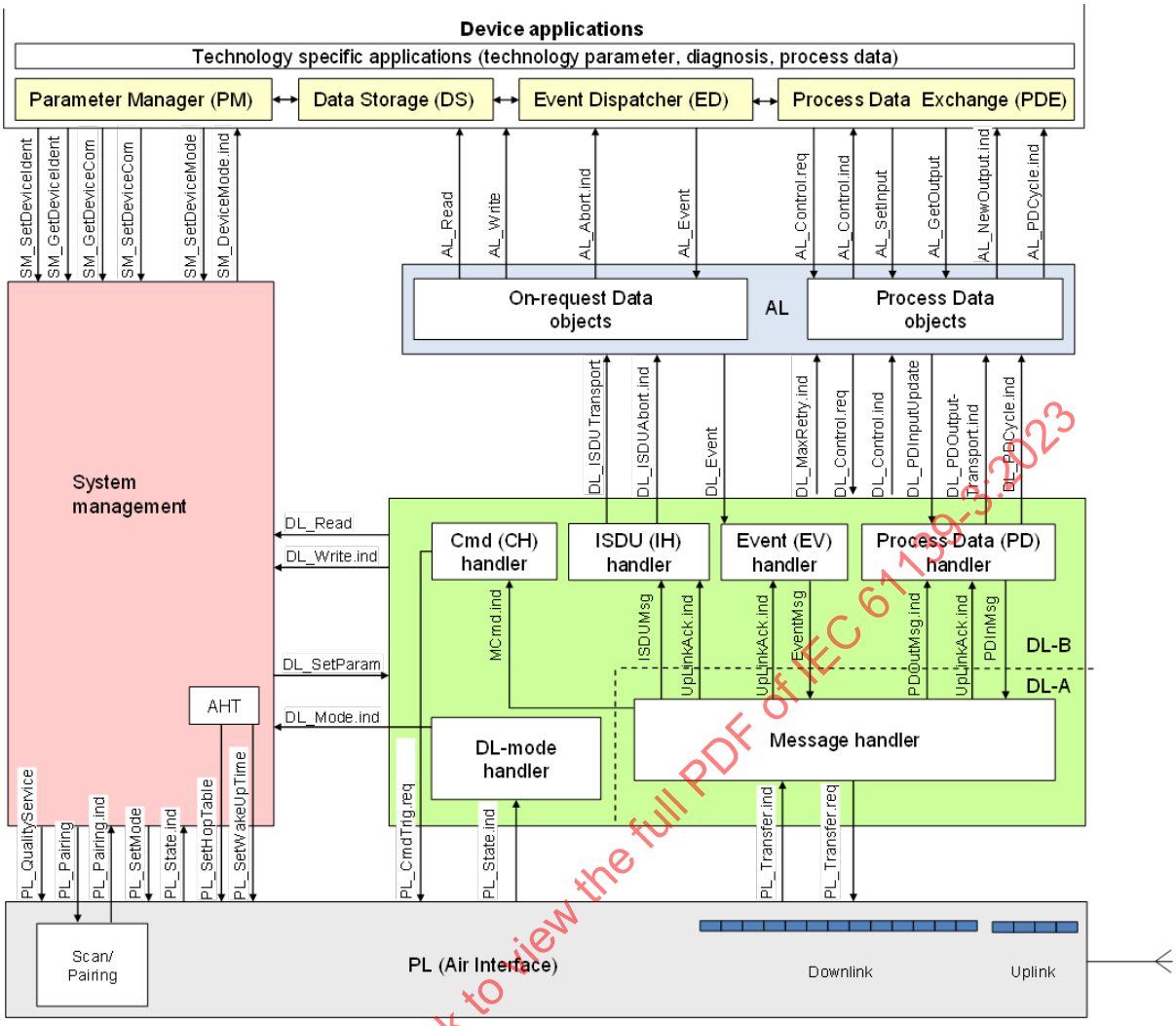


Figure 94 – Structure and services of a W-Device

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

The W-Device applications comprise first the technology specific application consisting of the radio physical and medium access layer (PL) with its technology parameters, its diagnosis information, and its Process Data. The common W-Device applications comprise:

- Parameter Manager (PM), dealing with compatibility and correctness checking of complete sets of technology (vendor) specific and common system parameters (see 10.3);
- Data Storage (DS) mechanism, which optionally uploads or downloads parameters to the W-Master (see 10.4);
- Event Dispatcher (ED), supervising states and conveying diagnosis information such as notifications, warnings, errors, and W-Device requests as peripheral initiatives (see 10.5);
- Process Data Exchange (PDE) unit, conditioning the data structures for transmission in case of a sensor or preparing the received data structures for signal generation. It also controls the operational states to ensure the validity of Process Data (see 10.2).

10.2 Process Data Exchange (PDE)

The Process Data Exchange unit transmits and receives Process Data without interference from the On-request Data (parameters, commands, and Events), given by the priority in the W-Master and W-Device Message handler (see 6.6.2 and 6.6.4).

Due to the continuous transmission of DLinks (W-Device synchronization with or without data) and "I'm alive" ULinks (see 10.3) from W-Device to a W-Master, a transmission of Process Data is only necessary if they change.

An actuator (output Process Data) shall observe the transmission and enter a default appropriate state, for example keep last value, stop, or de-energize, whenever the data transmission is interrupted (COMLOST, see 7.2.3 and 10.7.3). The Process Data of an actuator automatically become valid, if the W-Master's sends Process Data (see 7.4.2) prior to regular operation after restart in case of an interruption.

NOTE A transmission of output Process Data is only possible, if the W-Master's Process data handler is enabled via PDOUT_VALID.

Within DLinks, an actuator (output Process Data) receives a W-Message "Process Data Out Invalid" (see A.3.1 DLink control octet), whenever the output Process Data are invalid and receives a W-Message with new Process Data, whenever they become valid again.

There is no need for a sensor W-Device (input Process Data) to monitor the data exchange. However, if the W-Device is not able to guarantee valid Process Data, the PD status "Process Data In invalid" shall be signaled to the W-Master application via the W-Message "Process Data In Invalid" (see A.4.2 ULink control octet).

Each W-Cycle shall be used to transmit process data, while retransmits shall be used for acyclic On-request Data, if retry / retries for process data are not necessary. It is also possible to transmit On-request Data in a W-Cycle if no Process Data have to be sent.

10.3 IMA handling

If there are no W-Messages to transmit (e.g. no process data change for long time), the W-Device shall send an IMA message before the IMA time will be reached (see Figure 49). If IMA time is exceeded (monitored by the W-Master, see Figure 48), a communication error shall be reported via W-Master's system management. Also, the PL_State service reports a COMLOST for this W-Port to the W-Master's system management.

10.4 Parameter Manager (PM)

10.4.1 General

A W-Device can be parameterized by using the Direct Parameter Page or the Index memory space. In SDCI wireless both are accessible by the help of ISDUs (see Figure 7 and Annex D).

Mandatory for all W-Devices are the Direct Parameter Page 1. Direct Parameter Page 1 contains common communication and identification parameters (see Table C.1).

For SDCI wireless additional mandatory parameters have been defined, which are listed in Table C.3 (Index 0x5000 to 0x50FF). These parameters contain the necessary information for the wireless connection and represents an extension of the Parameter Page 1. Access to these parameters is performed via AL_Read and AL_Write.

Direct Parameter Page 2 optionally offers space for a maximum of 16 octets of technology (vendor) specific parameters. Access to the Direct Parameter Page 2 is performed via AL_Read and AL_Write.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

The transmission of parameters to and from the spacious Index memory can be performed in two ways: single parameter by single parameter or as a block of parameters. Single parameter transmission as specified in 10.4.4 is secured via several checks and confirmation of the transmitted parameter. A negative acknowledgement contains an appropriate error description and the parameter is not activated. Block parameter transmission as specified in 10.4.5 defers parameter consistency checking and activation until after the complete transmission. The W-Device performs the checks upon reception of a special command and returns a confirmation or a negative acknowledgement with an appropriate error description. In this case the transmitted parameters shall be rejected and a roll back to the previous parameter set shall be performed to ensure proper functionality of the W-Device.

10.4.2 Parameter manager state machine

See IEC 61131-9:2022, 10.3.2.

10.4.3 Dynamic parameter

See IEC 61131-9:2022, 10.3.3.

10.4.4 Single parameter

See IEC 61131-9:2022, 10.3.4.

10.4.5 Block parameter

See IEC 61131-9:2022, 10.3.5.

10.4.6 Concurrent parameterization access

See IEC 61131-9:2022, 10.3.6.

10.4.7 Command handling

See IEC 61131-9:2022, 10.3.7.

10.5 Data Storage (DS)

See IEC 61131-9:2022, 10.4.

10.6 Event Dispatcher (ED)

Any of the W-Device applications can generate predefined system status information when SDCI operations fail or technology specific information (diagnosis) as a result from technology specific diagnostic methods occur. The Event Dispatcher turns this information into an Event according to the definitions in Clause A.11. The Event consists of an EventQualifier indicating the properties of an incident and an EventCode ID representing a description of this incident together with possible remedial measures. Table D.1 comprises a list of predefined IDs and descriptions for application-oriented incidents. Ranges of IDs are reserved for profile specific and vendor specific incidents. Table D.2 comprises a list of predefined IDs for SDCI specific incidents.

Events are classified in "Errors", "Warnings", and "Notifications". See 10.2 for these classifications and see 11.6 for how the W-Master is controlling and processing these Events.

The Event Dispatcher handles each Event one by one and each Event is acknowledged with a single command (DLink control octet, see A.3.1) from W-Master to W-Device.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

10.7 W-Device features

10.7.1 General

The following W-Device features are defined to a certain degree in order to achieve a common behavior. They are accessible via standardized or W-Device specific methods or parameters. The availability of these features is defined in the IODD of a W-Device, except Pairing by Button.

10.7.2 Scan

This feature enables the detection of unpaired W-Device's within a W-Master's proximity during commissioning or for Roaming, see 5.7.1.5.

This mandatory functionality is supported by the PL of the W-Device (see 5.7).

10.7.3 Pairing by UniqueID

This feature enables the pairing of an unpaired W-Device to a W-Master Port by a pairing request via the W-Device's UniqueID (see 4.4.3.2 and 5.7.1.3).

This mandatory functionality is supported by the PL of the W-Device (see 5.7).

10.7.4 Pairing by Button / Re-Pairing

This feature enables a W-Device to use the "pairing by Button" mechanism (see Figure 49). The mechanism is predominantly used to change a damaged W-Device without the need of a Port and Device Configuration Tool" (PDCT).

It is also possible to pair a W-Device to an unused, preconfigured W-Port during commissioning phase. Therefore, a W-Port configuration is needed by the W-Master Application, see 9.3.2.7 SM_SetPortConfig.

The "Pairing-Button" or a similar trigger is mandatory for a W-Device. An overview for pairing by Button or Re-pairing by Button is given in 4.4.3.3 and 4.4.3.4.

Therefore, the PL of a W-Device shall store the ConnectionParameter (see Table B.1) in non-volatile memory (e.g. flash memory).

This mandatory functionality is supported by the PL of the W-Device (see 5.7).

10.7.5 Roaming

This feature is used to pair a W-Device temporary to a W-Master, to allow predefined W-Device mobility between multiple predefined W-Masters (see 4.4.5 and 5.7.1.5).

Therefore, the PL of a W-Device shall store the ConnectionParameter (see Table B.1) in volatile memory (e.g. RAM memory). In case of a terminated or lost connection, the W-Device is available for other W-Master's.

This mandatory functionality is supported by the PL of the W-Device (see 5.7).

10.7.6 Unpairing

This feature removes a paired or connected roaming W-Device from a W-Master port. The PL of the W-Device shall clear its ConnectionParameter (see Table B.1).

This mandatory functionality is supported by the PL of the W-Device (see 5.7).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

10.7.7 W-Device backward compatibility

This feature enables a W-Device to play the role of a previous W-Device revision. In the start-up phase the W-Master system management overwrites the W-Device's inherent DeviceID (DID) with the requested former DeviceID. The W-Device's technology application shall switch to the former functional sets or subsets assigned to this DeviceID. W-Device backward compatibility support is optional for a W-Device.

As a W-Device can provide backward compatibility to previous DeviceIDs (DID), these compatible Devices shall support all parameters and communication capabilities of the previous W-Device ID. Thus, the W-Device is permitted to change any communication or identification parameter in this case.

Since the UniqueID of a W-Device contains the DeviceID (see C.4.4.2, Annex D), an overwrite of the DeviceID shall NOT lead in an update of the UniqueID.

10.7.8 Protocol revision compatibility

This feature enables a W-Device to adjust its protocol layers to a previous SDCI-W protocol version. In the start-up phase the W-Master system management can overwrite the W-Device's inherent protocol RevisionID (RID) in case of discrepancy with the RevisionID supported by the W-Master. Revision compatibility support is optional for a W-Device.

10.7.9 Device human machine interface (HMI)

This feature indicates the operational state of the W-Device's communication interface or the W-Device state itself. The indication of the modes is specified in 10.11.3.1. The indication is optional but highly recommended for a W-Device.

The mandatory "Pairing-Button" supports pairing, re-pairing and further optional functions, see 10.11.3.2.

10.7.10 Parameter access locking

This feature enables a W-Device to globally lock or unlock write access to all writeable W-Device parameters accessible via the SDCI interface (see IEC 61131-9:2022, B.2.4). The locking is triggered by the reception of a system parameter "Device Access Locks" (see Table C.3). The support for these functions is optional for a W-Device.

10.7.11 Data Storage locking

Setting this lock will cause the "State_Property" (IEC 61131-9:2022, Table B.10) to switch to "Data Storage locked" and the W-Device not to send a DS_UPLOAD_REQ Event. The support for this function is mandatory for a W-Device if the Data Storage mechanism is implemented.

10.7.12 W-Device parameter locking

Setting this lock will disable overwriting W-Device parameters via on-board control or adjustment elements such as teach-in buttons (see IEC 61131-9:2022, B.2.4). The support of this function is optional for a W-Device.

10.7.13 W-Device user interface locking

Setting this lock will disable the operation of on-board human machine interface displays and adjustment elements such as teach-in or pairing button(s) on a W-Device (see IEC 61131-9:2022, B.2.4). The support for this function is optional for a W-Device.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

10.7.14 Data Storage concept

The Data Storage mechanism in a W-Device allows to automatically save parameters in the Data Storage server of the W-Master and to restore them upon Event notification. Data consistency is checked in either direction within the W-Master and W-Device. Data Storage mainly focuses on configuration parameters of a W-Device set up during commissioning (see 10.5 and 11.4). The support of this function is optional for a W-Device.

10.7.15 Block Parameter

The Block Parameter transmission feature in a W-Device allows transfer of parameter sets from a PLC program without checking the consistency single data object by single data object. The validity and consistency check is performed at the end of the Block Parameter transmission for the entire parameter set. This function mainly focuses on exchange of parameters of a W-Device to be set up at runtime (see 10.4). The support of this function is optional for a W-Device.

10.8 W-Device reset options

See IEC 61131-9:2022, 10.7.

Additionally, the SystemCommand "Back to box" shall delete the ConnectionParameter.

10.9 W-Device design rules and constraints

10.9.1 General

In addition to the protocol definitions in form of state, sequence, activity, and timing diagrams some more rules and constraints are required to define the behavior of the W-Devices. An overview of the major protocol variables scattered all over the standard is concentrated in Table 127 with associated references.

For additional design rules of low energy W-Devices see Annex D.

10.9.2 Process Data

The process communication channel transmits the Process Data without any interference of the On-request Data communication channels. Process Data exchange starts automatically whenever the W-Device is switched into the OPERATE state via message from the W-Master.

The format of the transmitted data is W-Device specific and varies from no data octet up to 32 octets in each communication direction.

Recommendations:

- Data structures should be suitable for use by PLC applications.
- It is highly recommended to comply with the rules in IEC 61131-9:2022, F.3.3 and in [2].

See 10.2, A.3.1 and 6.6.5 for details on the indication of valid or invalid Process Data via the transmission of Process Data (PDx_Valid) within the data exchange.

10.9.3 MaxRetry error detection

It is the responsibility of the W-Device designer to define the appropriate behavior of the W-Device in case communication with the W-Master exceeds the configured maximum Retries for a data transmission (transition T4 in Figure 46 handles detection of the MaxRetry error, reported via AL_Control (MaxRetry) to the W-Device Application). This Error indicates that the configured cycle time has not been kept, e.g. a W-Device is at the edge of the RF coverage area.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

If the AL_Control reports a MaxRetry error, the Device Application shall send the Event (IOLW_Retry_Error) vie event channel to the W-Master.

NOTE This is especially important for actuators such as valves or motor management.

10.9.4 Communication loss

It is the responsibility of the W-Device designer to define the appropriate behavior of the W-Device in case communication with the W-Master is lost (transition T10 in Figure 46 handles detection of the communication loss (reported via PL_State service), while 10.2 define resulting W-Device actions).

NOTE This is especially important for actuators such as valves or motor management.

10.9.5 Direct Parameter Page

Compared to SDCI (using the page communication channel) a Direct Parameter access for SDCI wireless is redirected to the ISDU communication channel, except the MasterCommand (see 7.7.2 and 7.7.3). The access to the Direct Parameter Page provides no handshake mechanism (similar to SDCI), to ensure proper reception or validity of the transmitted parameters. The Direct Parameter Page can only be accessed single octet by single octet (Subindex) or as a whole (16 octets). Therefore, the consistency of parameters larger than 1 octet cannot be guaranteed in case of single octet access.

The parameters from the Direct Parameter Page cannot be saved and restored via the Data Storage mechanism.

10.9.6 ISDU communication channel

The ISDU communication channel provides a powerful means for the transmission of parameters and commands (see Clause C.4).

The following rules shall be considered when using this channel (see Figure 7).

- Index 0 Subindex 1 (MasterCommand) is not accessible via the ISDU communication channel.
- All other Subindices of Index 0 (Direct Parameter Page 1) included Index 1 (Direct Parameter Page 2) are redirected by the W-Master to the Direct Parameter Page 1 and Direct Parameter Page 2, see Annex C, using the ISDU communication channel.
- Index 3 cannot be accessed by a PLC application program. The access is limited to the W-Master application only (Data Storage).
- Indexes from Table C.12 are not writeable by a PLC application program.
- After reception of an ISDU request from the W-Master the W-Device shall respond within 5 000 ms (see Table 127). Any violation causes the W-Master to abandon the current task.

10.9.7 DeviceID rules related to W-Device variants

W-Devices with a certain DeviceID and VendorID shall not deviate in communication and functional behavior. This applies for sensors and actuators. Those W-Devices may vary for example in

- housing materials,
- mounting mechanisms,
- other features, and environmental conditions.

10.9.8 Protocol constants

The Protocol constants specified in IEC 61131 9:2022 apply except "Wake-up procedure, see 10.9.8 and IEC 61131-9:2022.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

The system variable "Wake-up procedure" defined in IEC 61131-9:2022 is not used any more. In difference to SDCI "MaxRetry" is a configurable value for SDCI wireless, see C.4.4.4.

Table 127 gives an overview of the protocol constants for W-Devices.

Table 127 – Overview of the protocol constants for W-Device

System variable	References	Values	Definition
Detection for COMLOST	Annex D	5 × MaxRetry	ComLost is reported via PL-service PL_State, see Table 35, T10, T12
Detection for "wireless connection synchronized"	Annex D	3 W-Sub-cycles	SYNCED is reported via service PL_State, see Table 35, T9 (3 sub-sequent DLinks received by W-Device)

10.10 I/O W-Device description (IODD)

10.10.1 General

An IODD (I/O Device Description) is a file that provides all the necessary properties to establish communication and the necessary parameters and their boundaries to establish the desired function of a sensor or actuator.

An IODD (I/O Device Description) is a file that formally describes a Device.

An IODD file shall be provided for each Device and shall include all information necessary to support this standard.

The W-IODD can be used by engineering tools for PLCs and/or W-Masters for the purpose of identification, configuration, definition of data structures for Process Data exchange, parameterization, and diagnosis decoding of a particular Device. Additionally, IODDs are also used for automatic SDCI wireless conformance testing.

The ISDU indexes listed in Table C.12 shall not be defined as writable in an IODD. Index 0x5000 WDeviceMode and 0x5006 AdaptiveHopTable shall not be accessible via IODD.

NOTE Details of the IODD language to describe a Device can be found in [2].

Figure 95 shows a schematic representation of the use of a W-Device and a W-Bridge to connect a SDCI Device.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

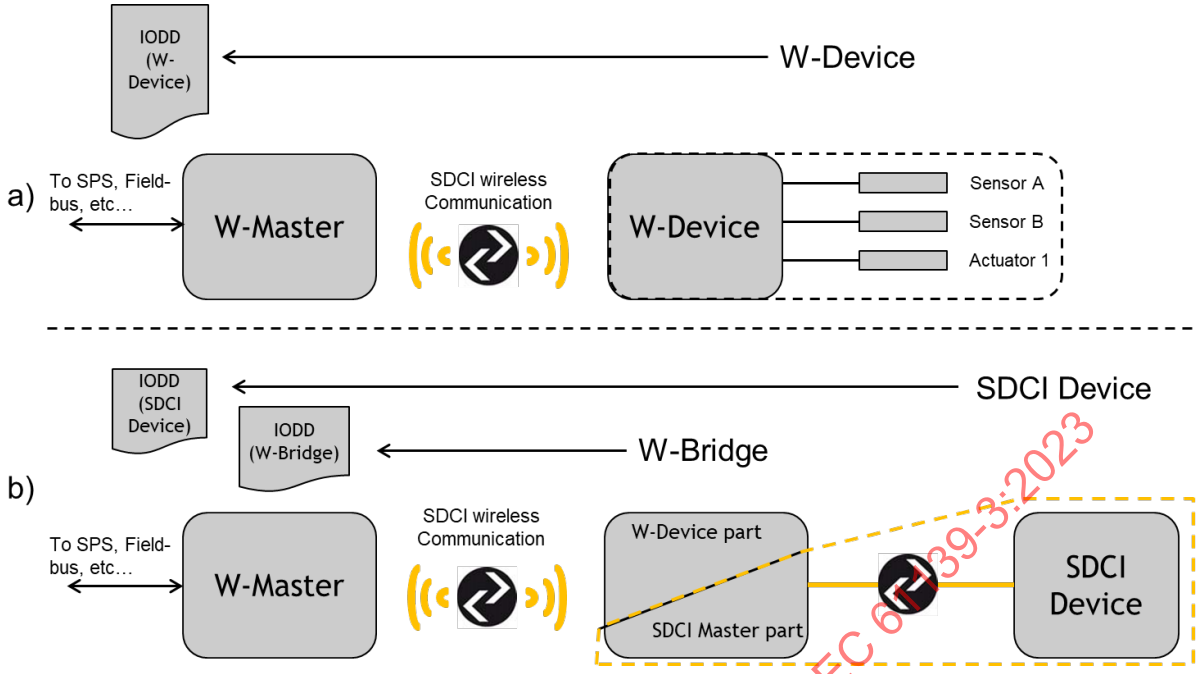


Figure 95 – Schematic representation of the use of (a) a W-Device and (b) a W-Bridge to connect a SDCI Device.

10.10.2 Profile Characteristics

The ProfileID for the IO-Link Wireless is 16386 or 0x4002. A W-Bridge has the extending FunctionClass 32816 (0x8030).

10.10.3 CommNetwork Profile Instance for the IODD

10.10.3.1 General

Subclause 10.10.2 gives an example for the content of the IODD file using "IOLinkWirelessCommNetworkProfileT". The wired connection part is optional and should be used to describe a W-Device equipped with wired power connection.

In the case of a W-Bridge configuration, the port device configuration tool uses the IODD of the SDCI Device and the IODD of the W-Bridge. The W-Parameter are used from the IODD of the W-Bridge and device specific parameters are taken from the IODD of the SDCI Device.

The wireless specific parameters which shall be used as an extension to the Direct Parameter Page 1 are located from 0x5000 to 0x50FF.

In most cases the "CommNetworkProfile" of the IODD of the SDCI Device shall be replaced by the "IOLinkWirelessCommNetworkProfileT" of the IODD of the W-Bridge. The IODD description from index 0x5000 to 0x50FF shall be added to the IODD, to get an IODD for a W-Device

In the case where the device has a SDCI and a SDCI wireless interface, 2 IODD files, one for the wired and another one for the wireless connection, shall be used to describe it.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

10.10.3.2 Example of a wireless extension

10.10.3.2.1 Battery powered W-Device

```
<CommNetworkProfile xsi:type="IOLinkWirelessCommNetworkProfileT"
iolinkWirelessRevision="V1.1">
  <TransportLayers>
    <PhysicalLayer WMinCycleTimeOut="315000" WMinCycleTimeIn="315000"
defaultSlotType="SSLOT" isABridge="false" maxTxPower="10" isLowPowerDevice="true">
      <Connection xsi:type="OtherConnectionT">
        <ProductRef productId="BatteryDeviceVariant"/>
        <Description textId="TD_BatteryDevice"/>
      </Connection>
    </PhysicalLayer>
  </TransportLayers>
</CommNetworkProfile>
```

10.10.3.2.2 Cable powered W-Device

```
<CommNetworkProfile xsi:type="IOLinkWirelessCommNetworkProfileT"
iolinkWirelessRevision="V1.1">
  <TransportLayers>
    <PhysicalLayer WMinCycleTimeOut="5000" WMinCycleTimeIn="5000"
defaultSlotType="SSLOT" maxTxPower="10" isLowPowerDevice="false">
      <Connection xsi:type="CableConnectionT">
        <ProductRef productId="CableDeviceVariant"/>
        <Wire1 function="L+" color="BN">
          <Name textId="TN_Wire1"/>
        </Wire1>
        <Wire2 function="NC" color="WH">
          <Name textId="TN_Wire2"/>
        </Wire2>
        <Wire3 function="L-" color="BU">
          <Name textId="TN_Wire3"/>
        </Wire3>
        <Wire4 function="Other" color="BK">
          <Name textId="TN_Wire4"/>
        </Wire4>
      </Connection>
    </PhysicalLayer>
  </TransportLayers>
</CommNetworkProfile>
```

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

The physical layer section contains the following attributes:

WMinCycleTimeOut (m, unsignedInt):

This parameter indicates the minimum cycle time of W-Device in microseconds.

Permitted values: 5 000 to 315 000, 0 for not used.

WMinCycleTimeIn (m, unsignedInt):

This parameter indicates the minimum cycle time of W-Device in microseconds.

Permitted values: 5 000 to 315 000, 0 for not used.

defaultSlotType (m, string):

This parameter indicates if that the W-Device is a Single Slot or Double Slot.

Permitted values: SSlot or DSlot (see Table B.6).

maxTxPower(m, integer):

This parameter indicates the maximum transmission power of the W-Device in dBm

Permitted values: -20 to 10 dBm. For mapping of values see Table C.10.

isLowPowerDevice (o, boolean):

This parameter indicates if the W-Device is a low power W-Device and supports the corresponding protocol features.

The default value is "false".

isABridge (o, boolean):

This parameter indicates if the W-Device is a W-Bridge.

The default value is "false".

The connection and test sections are used in the same way as for wired Devices.

10.11 W-Device diagnosis

10.11.1 Concepts

See IEC 61131-9:2022, 10.10.1.

10.11.2 Events

MODE values shall be assigned as follows (see A.11.1):

- Events of TYPE "Error" shall use the MODEs "Event appears / disappears"
- Events of TYPE "Warning" shall use the MODEs "Event appears / disappears"
- Events of TYPE "Notification" shall use the MODE "Event single shot"

The following requirements apply:

- The Event which is already placed in the Event queue are discarded by the Event Dispatcher when communication is interrupted or cancelled. Once communication resumed, the technology specific application is responsible for proper reporting of the current Event causes.
- It is the responsibility of the Event Dispatcher to control the "Event appears" and "Event disappears" flow. Once the Event Dispatcher has sent an Event with MODE "Event appears" for a given EventCode, it shall not send it again for the same EventCode before it has sent an Event with MODE "Event disappears" for this same EventCode.
- Each Event shall use static mode, type, and instance attributes.
- Each vendor specific EventCode shall be uniquely assigned to one of the TYPEs (Error, Warning, or Notification).

In order to prevent the diagnosis communication channel (see Figure 7) from being flooded, the following requirements apply:

The same diagnosis information shall not be reported at less than 60 s intervals. That means the Event Dispatcher shall not invoke the AL_Event service with the same EventCode more often than after 1 s.

- The Event Dispatcher shall not issue an "Event disappears" less than 50 ms after the corresponding "Event appears".
- Subsequent incidents of errors or warnings with the same root cause shall be disregarded, that means one root cause shall lead to a single error or warning.
- The Event Dispatcher shall invoke the AL_Event service with an EventCount equal than one.
- Errors are prioritized over Warnings.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

10.11.3 W-Device HMI

10.11.3.1 Visual indicators

The indication of SDCI wireless communication on the W-Device is optional (but highly recommended).

The different states shall then be implemented, see Table 128.

The SDCI wireless indication shall use a green indicator.

Table 128 – Visual states of W-Device

W-Device state	LED indication	LED-Timing (see NOTE)	Initiator for Application
Unpaired	permanent on	LED on	SM_DeviceMode.ind(UNPAIRED)
Paired	blink	Trep=700 ms; Toff=350 ms	SM_DeviceMode.ind(PAIRED)
Connected	inverted flash	Trep = 1 000 ms; Toff = 100 ms	SM_DeviceMode.ind(PREOPERATE) SM_DeviceMode.ind(OPERATE)
Wink	double flash	Trep = 1 000 ms; Ton = 100 ms; Toff = 100 ms	See IEC 61131-9:2022, B2.2. Reserved for profiles.
NOTE The LED timings are typical values. A tolerance of 10 % shall not be exceeded.			

The indication of the blinking LED follows the timing shown in Figure 96.

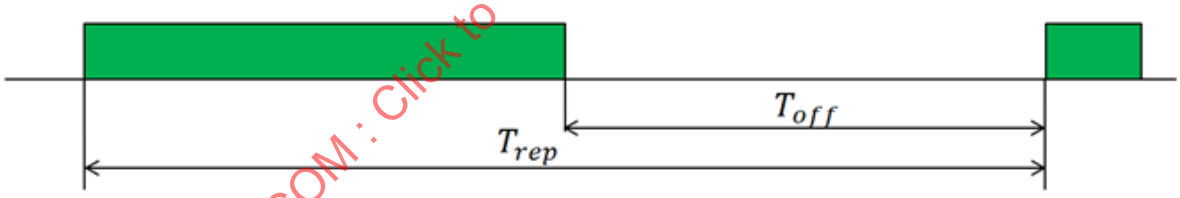


Figure 96 – Device LED blink timing

The indication of the double flashing LED follows the timing shown in Figure 97.

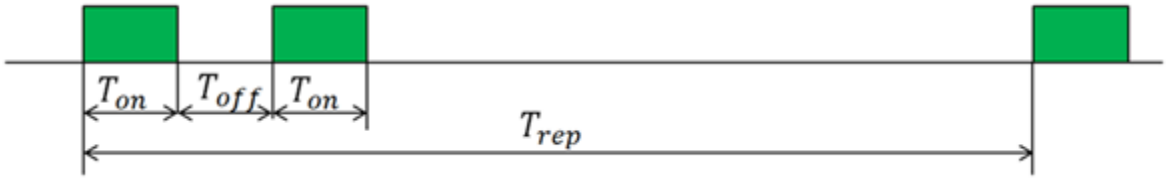


Figure 97 – Device LED double flash timing

The additional function of visual indicators for low energy W-Devices are defined in G.1.9.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

10.11.3.2 Pairing Button

The "Pairing-Button" or a similar trigger is mandatory for a W-Device. An overview for pairing by Button or Re-pairing by Button is given in 4.4.3.3 and 4.4.3.4. Further, each button press shall trigger a "HMI button pressed" Event, see Annex D EventCodes.

The Pairing-Button supports further functions, depending on the duration of the button pressed, see Table 129.

Table 129 – Pairing Button functions

Button press timing	Button press function	Remarks
[0,1…0,5] s	Wake up a sleeping W-Device and / or activation of the visual indicators	Highly recommended for low energy W-Devices with an internal power source.
[>0,5…1] s	No action	—
[>1…5] s	Pairing by Button / Re-pairing by Button	mandatory for all W-Devices
[>5…10] s	No action	—
[>10…20] s	Device Reset (see IEC 61131-9:2022, 10.7)	Highly recommended for low energy W-Devices with an internal power source.
[>10…20] s	No action	—
[>30…40] s	Unpairing	Highly recommended for all W-Devices
The button press timings are typical values. A tolerance of 10 % shall not be exceeded.		

If the W-Device has a more complex user interface (for example a graphical user interface) the Button press functions can be implemented separately with no timing constrains.

10.12 W-Device connectivity

See 4.4.3 (Pairing), 4.4.4 (Unpairing) and 4.4.5 (Roaming) for the different possibilities of pairing W-Devices to W-Master ports and the corresponding mechanisms.

NOTE For compatibility reasons, this document does not prevent W-Devices from providing additional functions.

11 W-Master

11.1 Overview

The W-Master handles the communication between the application and its associated W-Devices. The recommended relationship between the SDCI wireless technology and a fieldbus technology was already presented in 4.2. Even though this may be the major use case in practice, it does not automatically imply that the SDCI wireless technology depends on the integration into fieldbus systems. It can also be directly integrated into PLC systems, industrial PC, or other control systems without fieldbus communication in between.

Figure 98 provides an overview of the complete structure and services of a W-Master. The purpose of the different layers and their service interfaces are described in the previous clauses.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

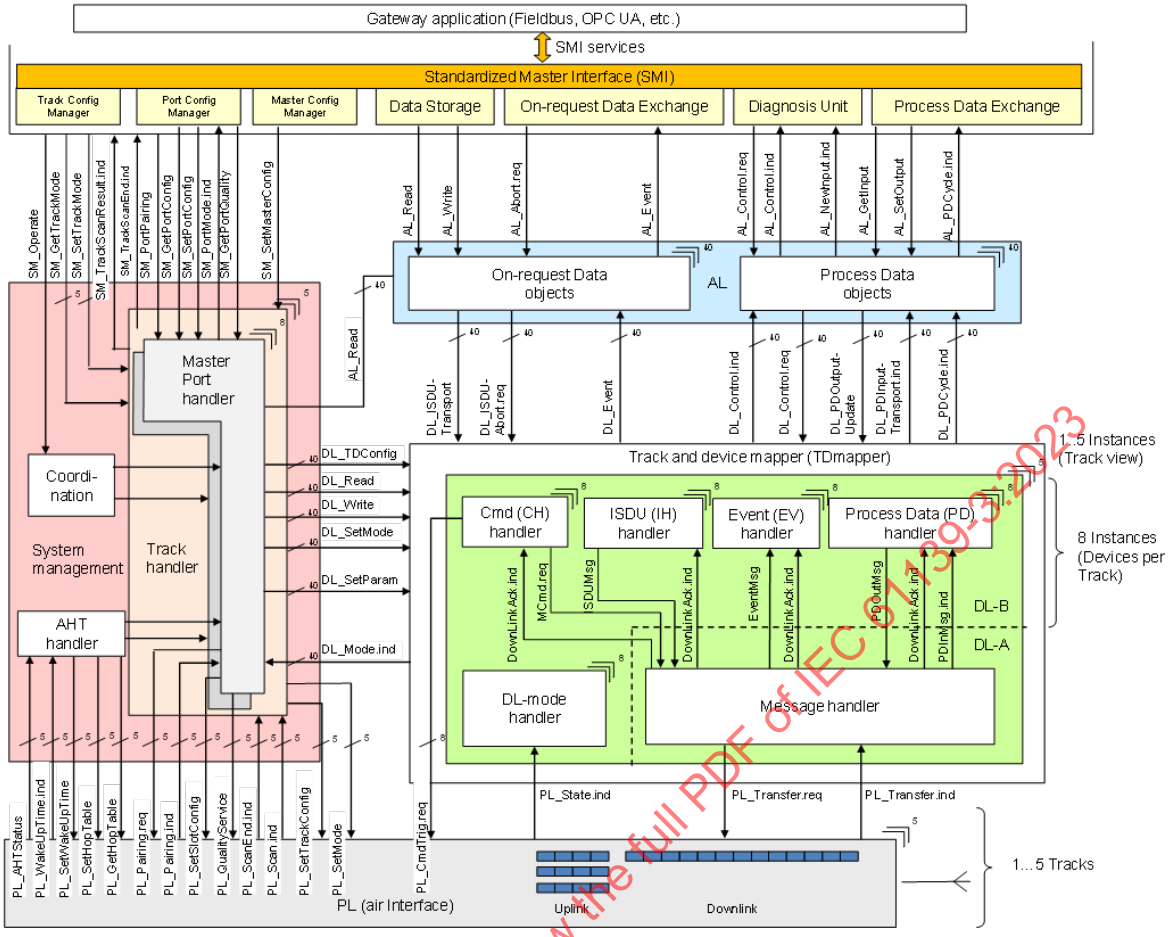


Figure 98 – Structure and services of a W-Master

The W-Master applications comprise first a fieldbus specific gateway or direct connection to a PLC (host) for the purpose of start-up configuration and parameterization as well as Process Data exchange, user-program-controlled parameter change at runtime, and diagnosis propagation. For the purpose of configuration, parameterization, and diagnosis during commissioning a so-called "Port and Device Configuration Tool" (PDCT) is connected either directly to the W-Master or via fieldbus communication. These instruments are using the following common W-Master applications.

- **W-Master-, W-Track- and W-Port-Configuration Manager (CM),** transforms the user configuration assignments into W-Port and W-Track set-ups (see IEC 61131-9:2022, 11.2);
- **Data Storage (DS)** mechanism, which can be used to save and restore the W-Device parameters (see IEC 61131-9:2022, 11.3)
- **Diagnosis Unit (DU),** which routes Events from the AL to the Data Storage unit or the gateway application (see IEC 61131-9:2022, 11.4);
- **On-request Data Exchange (ODE),** which provides for example acyclic parameter access (see IEC 61131-9:2022, 11.5).
- **Process Data Exchange (PDE)** builds the bridge to upper level automation instruments. It also controls the operational states to ensure the validity of Process Data (see IEC 61131-9:2022, 11.6).

These W-Master applications provide standard methods/functions to the available Services, specified in 11.2.

The Configuration Manager (CM) and the Data Storage mechanism (DS) need special coordination in respect to On-request Data, see Figure 99.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

The gateway application maps these functions into the features of a particular fieldbus/PLC or directly into a host system. It is not within the scope of this document to define any of these gateway applications.

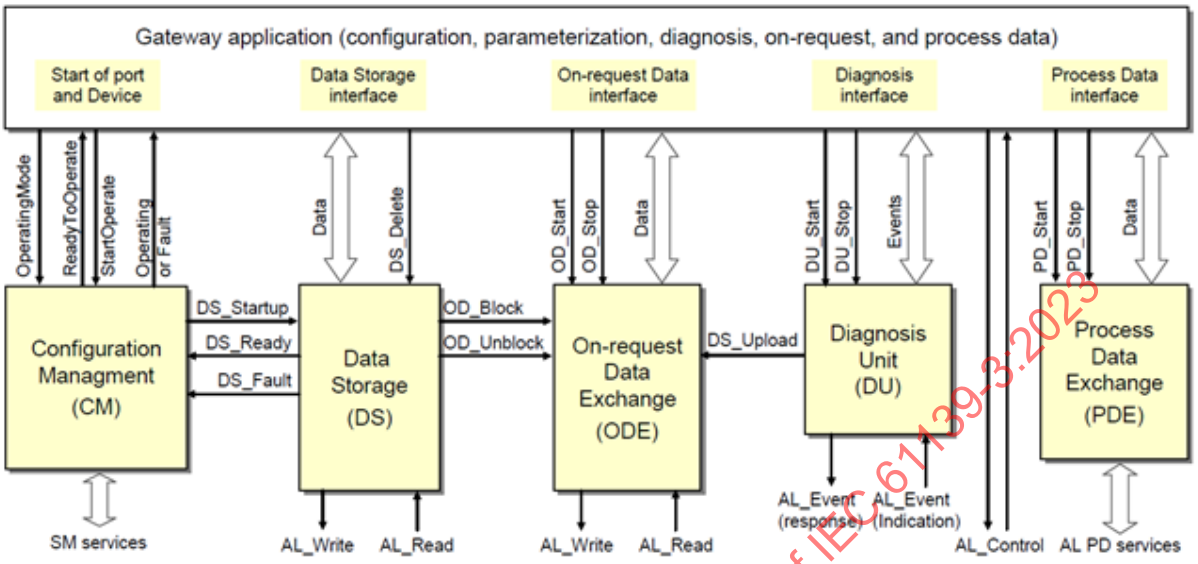


Figure 99 – Relationship of the common W-Master applications

The internal variables between the common W-Master applications are specified in Table 130. The main responsibility is assigned to the Configuration Manager (CM) as shown in Figure 99 and explained in 11.3.

Table 130 – Internal variables and Events to control the common W-Master applications

Internal Variable	Definition
OperatingMode	This variable activates the W-Port and provides the configuration parameters.
ReadyToOperate	This variable indicates correct configuration of the W-Port.
StartOperate	This variable allows for explicit change of all ports to the OPERATE mode.
Operating	This variable indicates all ports are in cyclic Process Data exchange mode
Fault	This variable indicates abandoned communication at any W-Port (see Figure 69 and Table 140).
DS_Startup	This variable triggers the Data Storage (DS) state machine causing an Upload or Download of W-Device parameters if required (see 11.3).
DS_Ready	This variable indicates the Data Storage has been accomplished successfully; operating mode is CYCLIC or ROAMING (see 9.2.2.2)
DS_Fault	This variable indicates the Data Storage has been aborted due to a fault.
DS_Delete	Any verified change of W-Device configuration leads to a deletion of the stored data set in the Data Storage.
DS_Upload	This variable triggers the Data Storage state machine in the W-Master due to the special Event "DS_UPLOAD_REQ" from the W-Device.
OD_Start	This variable enables On-request Data access via AL_Read and AL_Write.
OD_Stop	This variable indicates that On-request Data access via AL_Read and AL_Write is acknowledged with a negative response to the gateway application.
OD_Block	Data Storage upload and download actions disable the On-request Data access through AL_Read or AL_Write. Access by the gateway application is denied.
OD_Unblock	This variable enables On-request Data access via AL_Read or AL_Write.
DU_Start	This variable enables the Diagnosis Unit to propagate remote (W-Device) or local (W-Master) Events to the gateway application.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Internal Variable	Definition
DU_Stop	This variable indicates that the W-Device Events are not propagated to the gateway application and not acknowledged. Available Events are blocked until the DU is enabled again.
PD_Start	This variable enables the Process Data exchange with the gateway application.
PD_Stop	This variable disables the Process Data exchange with the gateway application.

11.2 Services of the Standardized Master Interface (SMI)

11.2.1 Overview

Table 131 lists the SMI services available to gateway applications or other clients.

New or changed services are marked green.

Table 131 – SMI services

Service name	Master	M/O/C	Purpose
SMI_MasterIdentification	R	M	Universal service to identify any Master
SMI_PortConfiguration	R	M	Setting up port configuration
SMI_ReadbackPortConfiguration	R	M	Retrieve current port configuration
SMI_PortStatus	R	M	Retrieve port status
SMI_DSToParServ	R	M	Transfer Data Storage to parameter server
SMI_ParServToDS	R	M	Transfer Parameter server to Data Storage
SMI_DeviceWrite	R	M	ISDU transport to Device
SMI_DeviceRead	R	M	ISDU transport from Device
SMI_ParamWriteBatch	R	O	Batch ISDU transport of parameters (write)
SMI_ParamReadBatch	R	O	Batch ISDU transport of parameters (read)
SMI_DeviceEvent	I	M	Universal "Push" service for Device Events
SMI_PortEvent	I	M	Universal "Push" service for port Events
SMI_PDIn	R	M	Retrieve PD from InBuffer
SMI_PDOut	R	M	Set PD in OutBuffer
SMI_PDInOut	R	M	Retrieve In- and OutBuffer
SMI_WMasterConfiguration	R	M	Setting up W-Master configuration
SMI_ReadbackWMasterConfiguration	R	M	Retrieve current W-Master configuration
SMI_WTrackStatus	R	M	Retrieve W-Track status
SMI_WPortPairing	R	M	Pair or Unpair a configured Device
SMI_WScan	R	M	Set a scan request
SMI_WScanStatus	R/I	M	Retrieve scan status results
SMI_WQualityStatus	R	M	Retrieve current wireless quality

SMI services instance start count from 1, following conversion rules with lower layers

SMI PortNumber = W-Port + 1

SMI TrackNumber = Track_N + 1

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

11.2.2 SMI_WMasterConfiguration

This service allows to set the general configuration of the W-Master.

Table 132 shows the structure of the service.

Table 132 – SMI_WMasterConfiguration

Parameter name		.req	.cnf
Argument			
ClientID		M	
PortNumber	(0x00)	M	
ExpArgBlockID	(VoidBlock: 0xFFF0)	M	
ArgBlockLength		M	
ArgBlock	(0x0200)	M	
Result (+)			S
ClientID			M
PortNumber	(0x00)		M
RefArgBlockID	(ID of request ArgBlock 0x0200)		M
ArgBlockLength			M
ArgBlock	(associated to ExpArgBlockID)		M
Result (-)			S
ClientID			M
PortNumber	(0x00)		M
RefArgBlockID	(ID of request ArgBlock 0x0200)		M
ArgBlockLength			M
ArgBlock	(JobError: 0xFFFF)		M

Argument:

The service-specific parameters of the service request are transmitted in the argument.

ClientID

PortNumber

ExpArgBlockID:

This parameter contains the ArgBlockID "VoidBlock" (0xFFF0, see Clause E.1)

ArgBlockLength:

This parameter contains the length of the subsequent ArgBlock to be "pushed"

ArgBlock:

This parameter contains an ArgBlock of the WMasterConfigList family, e.g. 0x0200 (see Table E.1)

Result (+):

This selection parameter indicates that the service request has been executed successfully.

ClientID

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

PortNumber

RefArgBlockID:

This parameter contains as reference the ID of the ArgBlock sent by the request (0x8200)

ArgBlockLength:

This parameter contains the length of the subsequent ArgBlock.

ArgBlock:

This parameter contains the ArgBlock associated to the ExpArgBlockID (0xFFF0)

Result (-):

This selection parameter indicates that the service request failed.

ClientID:

PortNumber:

RefArgBlockID:

This parameter contains as reference the ID of the ArgBlock sent by the request (0x0200)

ArgBlockLength:

This parameter contains the length of the "JobError" ArgBlock

ArgBlock:

This parameter contains the ArgBlock "JobError" (0xFFFF, see IEC 61131-9:2022, Clause E.18)

Permitted values:

ARGBLOCK_NOT SUPPORTED	(ArgBlock unknown)
ARGBLOCK_LENGTH_INVALID	(incorrect ArgBlock length)
ARGBLOCK_INCONSISTENT	(incorrect ArgBlock content type)

11.2.3 SMI_ReadbackWMasterConfiguration

This service allows to readback the W-Master configuration which was written by SMI_W-MasterConfiguration service.

Table 133 shows the structure of the service.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 133 – SMI_ReadbackWMasterConfiguration

Parameter name		.req	.cnf
Argument			
ClientID		M	
PortNumber	(0x00)	M	
ExpArgBlockID	(e.g. 0x0200)	M	
ArgBlockLength		M	
ArgBlock	(VoidBlock: 0xFFF0)	M	
Result (+)			S
ClientID			M
PortNumber	(0x00)		M
RefArgBlockID	(ID of request ArgBlock 0xFFF0)		M
ArgBlockLength			M
ArgBlock	(associated to ExpArgBlockID)		M
Result (-)			S
ClientID			M
PortNumber	(0x00)		M
RefArgBlockID	(ID of request ArgBlock 0xFFF0)		M
ArgBlockLength			M
ArgBlock	(JobError: 0xFFFF)		M

Argument:

The service-specific parameters of the service request are transmitted in the argument.

ClientID

PortNumber

ExpArgBlockID:

This parameter contains the ArgBlockID of the WMasterConfigList family, e.g. 0x0200 (see Table E.1)

ArgBlockLength:

This parameter contains the length of the "VoidBlock" ArgBlock.

ArgBlock:

This parameter contains an ArgBlock "VoidBlock" (0xFFF0, see IEC 61131-9:2022, Clause E.17)

Result (+):

This selection parameter indicates that the service request has been executed successfully.

ClientID

PortNumber

RefArgBlockID:

This parameter contains as reference the ID of the ArgBlock sent by the request (0xFFF0)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ArgBlockLength:

This parameter contains the length of the subsequent ArgBlock.

ArgBlock:

This parameter contains the ArgBlock associated to the ExpArgBlockID (see Annex E)

Result (-):

This selection parameter indicates that the service request failed.

ClientID

RefArgBlockID:

This parameter contains as reference the ID of the ArgBlock sent by the request (0xFFF0)

ArgBlockLength:

This parameter contains the length of the "JobError" ArgBlock.

ArgBlock:

This parameter contains the ArgBlock "JobError" (0xFFFF, see IEC 61131-9:2022, Clause E.18)

Permitted values:

ARGBLOCK_NOT SUPPORTED	(ArgBlock unknown)
ARGBLOCK_LENGTH_INVALID	(incorrect ArgBlock length)

11.2.4 SMI_WTrackStatus

This service allows for retrieval of the effective status of the W-Master.

Table 134 shows the structure of the service.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 134 – SMI_WTrackStatus

Parameter name		.req	.cnf
Argument			
ClientID		M	
PortNumber	("0" → All W-Tracks / 1.. Single Track)	M	
ExpArgBlockID	(e.g. 0x9202)	M	
ArgBlockLength		M	
ArgBlock	(VoidBlock: 0xFFF0)	M	
Result (+)			S
ClientID			M
PortNumber			M
RefArgBlockID	(ID of request ArgBlock 0xFFF0)		M
ArgBlockLength			M
ArgBlock	(associated to ExpArgBlockID)		M
Result (-)			S
ClientID			M
PortNumber			M
RefArgBlockID	(ID of request ArgBlock 0xFFF0)		M
ArgBlockLength			M
ArgBlock	(JobError: 0xFFFF)		M

Argument:

The service-specific parameters of the service request are transmitted in the argument.

ClientID

PortNumber:

If PortNumber is 0, the status of all W-Tracks is requested. For values greater then 0, a specific Track is requested.

ExpArgBlockID:

This parameter contains the ArgBlockID of the WTrackStatusList family, e.g. 0x9202 (see Table E.1)

ArgBlockLength:

This parameter contains the length of the "VoidBlock" ArgBlock.

ArgBlock:

This parameter contains an ArgBlock "VoidBlock" (0xFFF0, see IEC 61131-9:2022, Clause E.17)

Result (+):

This selection parameter indicates that the service request has been executed successfully.

ClientID

TrackNumber

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

RefArgBlockID:

This parameter contains as reference the ID of the ArgBlock sent by the request (0xFFF0)

ArgBlockLength:

This parameter contains the length of the subsequent ArgBlock.

ArgBlock:

This parameter contains the ArgBlock associated to the ExpArgBlockID (see Clause E.1)

Result (-):

This selection parameter indicates that the service request failed.

ClientID

TrackNumber

RefArgBlockID:

This parameter contains as reference the ID of the ArgBlock sent by the request (0xFFF0)

ArgBlockLength:

This parameter contains the length of the "JobError" ArgBlock.

ArgBlock:

This parameter contains the ArgBlock "JobError" (0xFFFF, see IEC 61131-9:2022, Clause E.18)

Permitted values:

ARGBLOCK_NOT SUPPORTED	(ArgBlock unknown)
ARGBLOCK_LENGTH_INVALID	(incorrect ArgBlock length)

11.2.5 SMI_WScan

This service starts a new scan request.

Table 135 shows the structure of the service

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 135 – SMI_WScan

Parameter name		.req	.cnf
Argument			
ClientID		M	
PortNumber	(0x00)	M	
ExpArgBlockID	(VoidBlock: 0xFFF0)	M	
ArgBlockLength		M	
ArgBlock	(0x8201)	M	
Result (+)			S
ClientID			M
PortNumber	(0x00)		M
RefArgBlockID	(ID of request ArgBlock 0x8201)		M
ArgBlockLength			M
ArgBlock	(associated to ExpArgBlockID)		M
Result (-)			S
ClientID			M
PortNumber	(0x00)		M
RefArgBlockID	(ID of request ArgBlock 0x8201)		M
ArgBlockLength			M
ArgBlock	(JobError: 0xFFFF)		M

Argument:

The service-specific parameters of the service request are transmitted in the argument.

ClientID

PortNumber:

This parameter contains a virtual Port addressing the entire Master unit (0x00)

ExpArgBlockID:

This parameter contains the ArgBlockID "VoidBlock" (0xFFF0, see Clause E.1)

ArgBlockLength:

This parameter contains the length of the subsequent ArgBlock to be "pushed".

ArgBlock

This parameter contains an ArgBlock of the WScanConfigList family, e.g. 0x8201 (see Table E.1)

Result (+):

This selection parameter indicates that the service request has been executed successfully.

ClientID

PortNumber

RefArgBlockID:

This parameter contains as reference the ID of the ArgBlock sent by the request (0x8201)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ArgBlockLength:

This parameter contains the length of the subsequent ArgBlock.

ArgBlock:

This parameter contains the ArgBlock associated to the ExpArgBlockID (0xFFF0)

Result (-):

This selection parameter indicates that the service request failed.

ClientID

PortNumber

RefArgBlockID:

This parameter contains as reference the ID of the ArgBlock sent by the request (0x8201)

ArgBlockLength:

This parameter contains the length of the "JobError" ArgBlock

ArgBlock:

This parameter contains the ArgBlock "JobError" (0xFFFF, see IEC 61131-9:2022, Clause E.18)

Permitted values:

ARGBLOCK_NOT SUPPORTED	(ArgBlock unknown)
ARGBLOCK_LENGTH_INVALID	(incorrect ArgBlock length)
ARGBLOCK_INCONSISTENT	(incorrect ArgBlock content type)

11.2.6 SMI_WPortPairing

This service starts the pairing process of the requested port.

Table 136 shows the structure of the service.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 136 – SMI_WPortPairing

Parameter name	.req	.cnf
Argument		
ClientID	M	
PortNumber	M	
ExpArgBlockID (VoidBlock: 0xFFF0)	M	
ArgBlockLength	M	
ArgBlock (0x7200)	M	
Result (+)		S
ClientID		M
PortNumber		M
RefArgBlockID (ID of request ArgBlock 0x7200)		M
ArgBlockLength		M
ArgBlock (associated to ExpArgBlockID)		M
Result (-)		S
ClientID		M
PortNumber		M
RefArgBlockID (ID of request ArgBlock 0x7200)		M
ArgBlockLength		M
ArgBlock (JobError: 0xFFFF)		M

Argument:

The service-specific parameters of the service request are transmitted in the argument.

ClientID

PortNumber

ExpArgBlockID:

This parameter contains the ArgBlockID "VoidBlock" (0xFFF0, see Clause E.1)

ArgBlockLength:

This parameter contains the length of the subsequent ArgBlock to be "pushed".

ArgBlock:

This parameter contains an ArgBlock of type WPortPairing, e.g. 0x7200 (see Table E.1)

Result (+):

This selection parameter indicates that the service request has been executed successfully.

ClientID

PortNumber

RefArgBlockID:

This parameter contains as reference the ID of the ArgBlock sent by the request (0x7200)

ArgBlockLength:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

This parameter contains the length of the subsequent ArgBlock.

ArgBlock:

This parameter contains the ArgBlock associated to the ExpArgBlockID (0xFFF0)

Result (-):

This selection parameter indicates that the service request failed.

ClientID

PortNumber

RefArgBlockID:

This parameter contains as reference the ID of the ArgBlock sent by the request (0x7200)

ArgBlockLength:

This parameter contains the length of the "JobError" ArgBlock.

ArgBlock:

This parameter contains the ArgBlock "JobError" (0xFFFF, see IEC 61131-9:2022, Clause E.18)

Permitted values:

ARGBLOCK_NOT SUPPORTED	(ArgBlock unknown)
ARGBLOCK_LENGTH_INVALID	(incorrect ArgBlock length)
ARGBLOCK_INCONSISTENT	(incorrect ArgBlock content type)

11.2.7 SMI_WScanStatus

This service allows for retrieval of the scan status. It will include all results of the last Scan.

Table 137 shows the structure of the service.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 137 – SMI_WScanStatus

Parameter name		.req	.cnf
Argument			
ClientID		M	
PortNumber	(0x00)	M	
ExpArgBlockID	(e.g. 0x9201)	M	
ArgBlockLength		M	
ArgBlock	(VoidBlock: 0xFFF0)	M	
Result (+)			S
ClientID			M
PortNumber	(0x00)		M
RefArgBlockID	(ID of request ArgBlock 0xFFF0)		M
ArgBlockLength			M
ArgBlock	(associated to ExpArgBlockID)		M
Result (-)			S
ClientID			M
PortNumber	(0x00)		M
RefArgBlockID	(ID of request ArgBlock 0xFFF0)		M
ArgBlockLength			M
ArgBlock	(JobError: 0xFFFF)		M

Argument:

The service-specific parameters of the service request are transmitted in the argument.

ClientID

PortNumber:

ExpArgBlockID:

This parameter contains the ArgBlockID of the WScanStatusList family, e.g. 0x9201 (see Table E.1)

ArgBlockLength:

This parameter contains the length of the "VoidBlock" ArgBlock.

ArgBlock:

This parameter contains an ArgBlock "VoidBlock" (0xFFF0, see IEC 61131-9:2022, Clause E.17)

Result (+):

This selection parameter indicates that the service request has been executed successfully.

ClientID

PortNumber

RefArgBlockID:

This parameter contains as reference the ID of the ArgBlock sent by the request (0xFFF0)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ArgBlockLength:

This parameter contains the length of the subsequent ArgBlock.

ArgBlock:

This parameter contains the ArgBlock associated to the ExpArgBlockID (see Clause E.1)

Result (-):

This selection parameter indicates that the service request failed.

ClientID

PortNumber

RefArgBlockID:

This parameter contains as reference the ID of the ArgBlock sent by the request (0xFFF0)

ArgBlockLength:

This parameter contains the length of the "JobError" ArgBlock

ArgBlock:

This parameter contains the ArgBlock "JobError" (0xFFFF, see IEC 61131-9:2022, Clause E.18)

Permitted values:

ARGBLOCK_NOT SUPPORTED (ArgBlock unknown)

ARGBLOCK_LENGTH_INVALID (incorrect ArgBlock length)

11.2.8 SMI_WQualityStatus

This service allows for retrieval of the wireless quality status.

Table 138 shows the structure of the service.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 138 – SMI_WQualityStatus

Parameter name		.req	.cnf
Argument			
ClientID		M	
PortNumber	("0" → All Ports / 1.. Single Port)	M	
ExpArgBlockID	(e.g. 0x9203)	M	
ArgBlockLength		M	
ArgBlock	(VoidBlock: 0xFFF0)	M	
Result (+)			S
ClientID			M
PortNumber			M
RefArgBlockID	(ID of request ArgBlock 0xFFF0)		M
ArgBlockLength			M
ArgBlock	(associated to ExpArgBlockID)		M
Result (-)			S
ClientID			M
PortNumber			M
RefArgBlockID	(ID of request ArgBlock 0xFFF0)		M
ArgBlockLength			M
ArgBlock	(JobError: 0xFFFF)		M

Argument:

The specific parameters of the service request are transmitted in the argument.

ClientID

PortNumber

ExpArgBlockID

This parameter contains the ArgBlockID of the WQualityStatusList family, e.g. 0x9203 (see Table E.1)

ArgBlockLength

This parameter contains the length of the "VoidBlock" ArgBlock.

ArgBlock

This parameter contains an ArgBlock "VoidBlock" (0xFFF0, see IEC 61131-9:2022, Clause E.17)

Result (+):

This selection parameter indicates that the service request has been executed successfully.

ClientID

PortNumber

RefArgBlockID

This parameter contains as reference the ID of the ArgBlock sent by the request (0xFFF0)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ArgBlockLength

This parameter contains the length of the subsequent ArgBlock.

ArgBlock

This parameter contains the ArgBlock associated to the ExpArgBlockID (see Clause E.1)

Result (-):

This selection parameter indicates that the service request failed.

ClientID

PortNumber

RefArgBlockID

This parameter contains as reference the ID of the ArgBlock sent by the request (0xFFF0)

ArgBlockLength

This parameter contains the length of the "JobError" ArgBlock

ArgBlock

This parameter contains the ArgBlock "JobError" (0xFFFF, see IEC 61131-9:2022, Clause E.18)

Permitted values:

ARGBLOCK_NOT SUPPORTED (ArgBlock unknown)

ARGBLOCK_LENGTH_INVALID (incorrect ArgBlock length)

11.3 Configuration Manager (CM)

11.3.1 General

See IEC 61131-9:2022, 11.3.1.

11.3.2 Coordination of Master applications

Due to wireless specific technology some SMI services are not supported.

Table 139 shows not supported SMI services.

Table 139 – Not supported SMI services

Service name	Master	M/O/C	Purpose
SMI_PortPowerOffOn	R	O	PortPowerOffOn
SMI_PDInIQ	R	C	Process data in at I/Q (Pin 2 on M12)
SMI_PDOutIQ	R	C	Process data out at I/Q (Pin 2 on M12)
SMI_PDReadbackOutIQ	R	C	Retrieve process data out at I/Q (Pin 2 on M12)

Figure 100 shows the sequence diagram of configuration manager actions.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

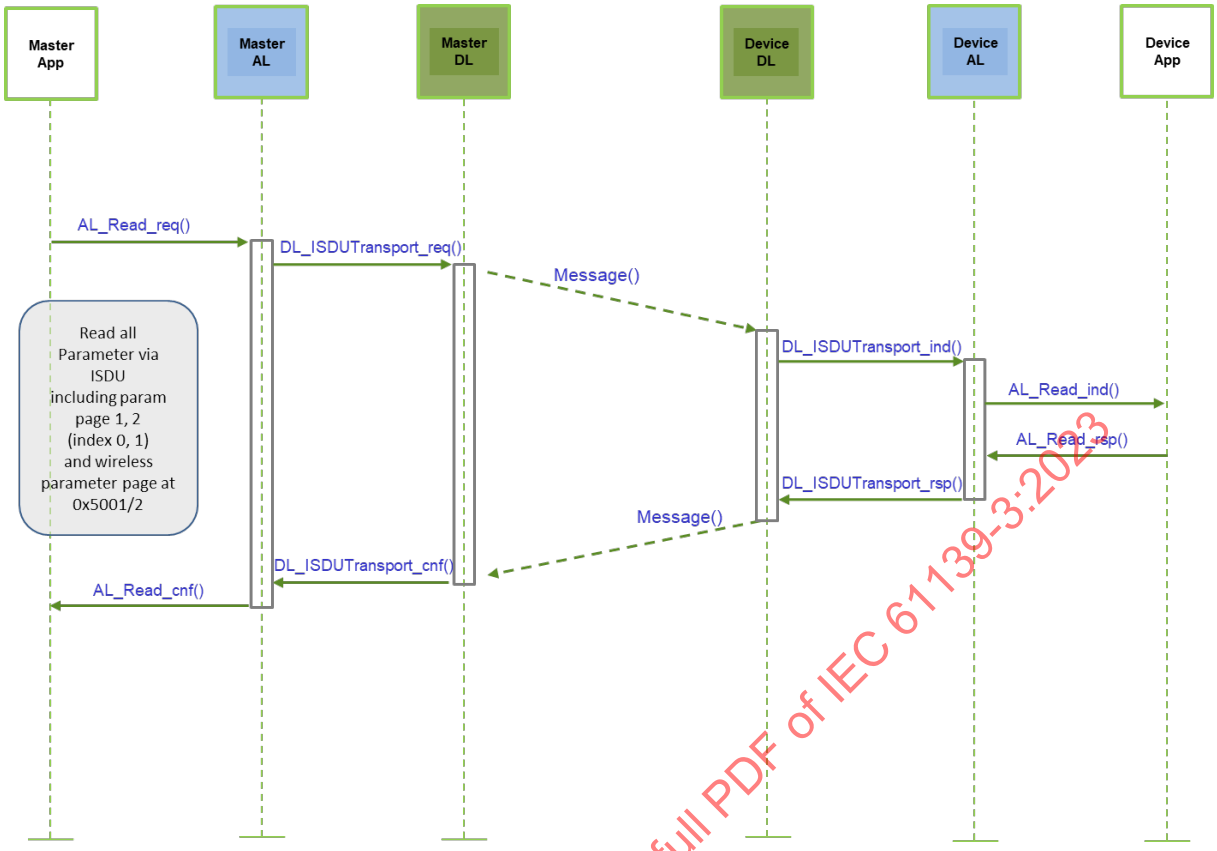


Figure 100 – Sequence diagram of configuration manager actions

11.3.3 State machines of the Configuration Manager

11.3.3.1 General

The Configuration Manager of a W-Master incorporates two state machines, one for the W-Track configuration and one for the W-Port configuration.

11.3.3.2 State machine of the Track Configuration Manager

Figure 101 shows the state machine of the W-Track configuration manager.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

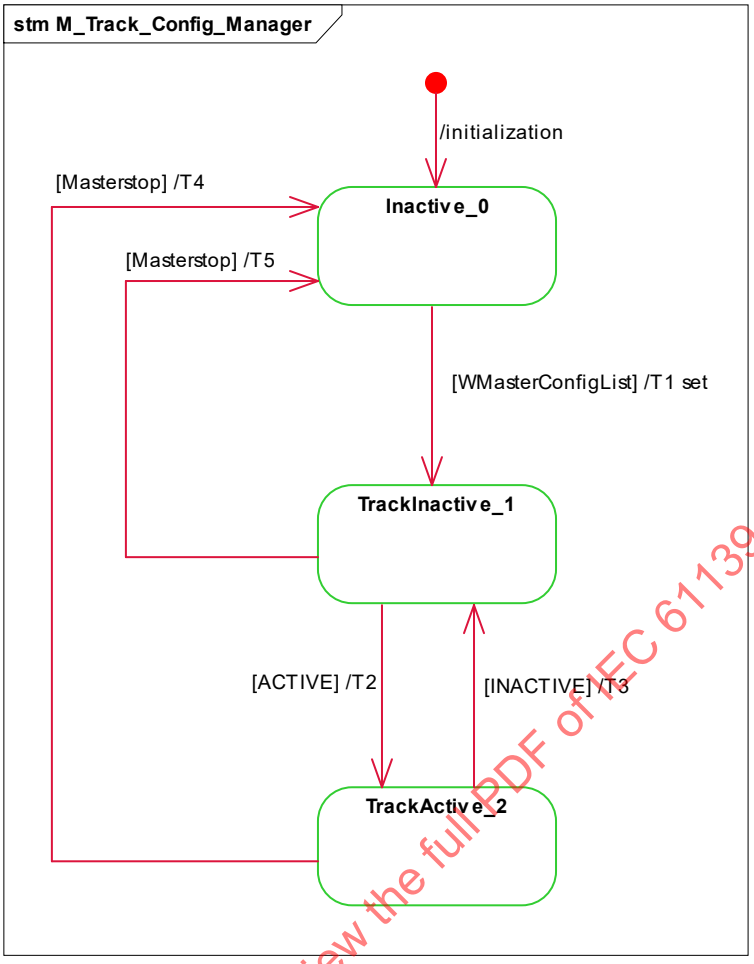


Figure 101 – State machine of the W-Track Configuration Manager

Table 140 shows the state transition tables of the W-Track Configuration Manager.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table 140 – State transition tables of the W-Track Configuration Manager

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
INACTIVE_0	Waiting for activation by W-Master application. W-Master configuration is not set.
TrackINACTIVE_1	W-Master configuration loaded. Waiting for activation of W-Track in operating mode (CYCLIC or ROAMING).
TrackACTIVE_2	W-Track is active (CYCLIC, SCAN, PAIRING or ROAMING mode). Depending on the W-Port configurations the gateway application is exchanging Process Data and ready to send or receive On-request Data. For SCAN, PAIRING or ROAMING mode additionally the configuration channels are active.

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	1	Invoke SM_SetMasterConfig to configure each W-Track, dependent on the W-Tracks on a W-Master (W-Track number 0 up to 4). EachW-Track shall use the same MasterID and BlockList.
T2	1	2	Invoke SM_SetTrackMode(CYCLIC or ROAMING) depending on W-Track configuration.
T3	1	2	Invoke SM_SetTrackMode(STOP).
T4	2	0	Invoke SM_SetTrackMode(STOP) for all W-Tracks.
T5	1	0	See T4.

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
WMasterConfigList set	Guard	Values of "WMasterConfigList" have been set
ACTIVE	Guard	W-Track activated in operating mode (CYCLIC or ROAMING)
INACTIVE	Guard	W-Track deactivated
Masterstop	Guard	Master stopped

11.3.3.3 State machine of the W-Port Configuration Manager

Figure 102 shows the state machine of the W-Port Configuration manager. In general, states and transitions correspond to those of the message handler: STARTUP, PREOPERATE (fault or Data Storage), and at the end OPERATE. Dedicated "SM_PortMode" services are driving the transitions (see 9.3.2.10).

Configuration Manager can receive the information COMLOST from Port x Handler through "SM_PortMode" at any time. It also can receive a service "SMI_PortConfiguration" from the gateway application with changed values in "WPortConfigList" at any time (see 11.2).

Via service "SMI_ParServToDS, it can also receive a Data Storage object with a changed parameter set from the gateway application triggering action in the Configuration Manager if Data Storage is activated.

Port x is started/restarted in all cases.

Figure 103 together with Table 141 also shows transitions leading to corresponding changes in "PortStatusInfo" of ArgBlock "WPortStatusList" (see Table E.1). Based on these transitions, Events are triggered via SMI_PortEvent. For details, see IEC 61131-9:2022, Clause D.3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

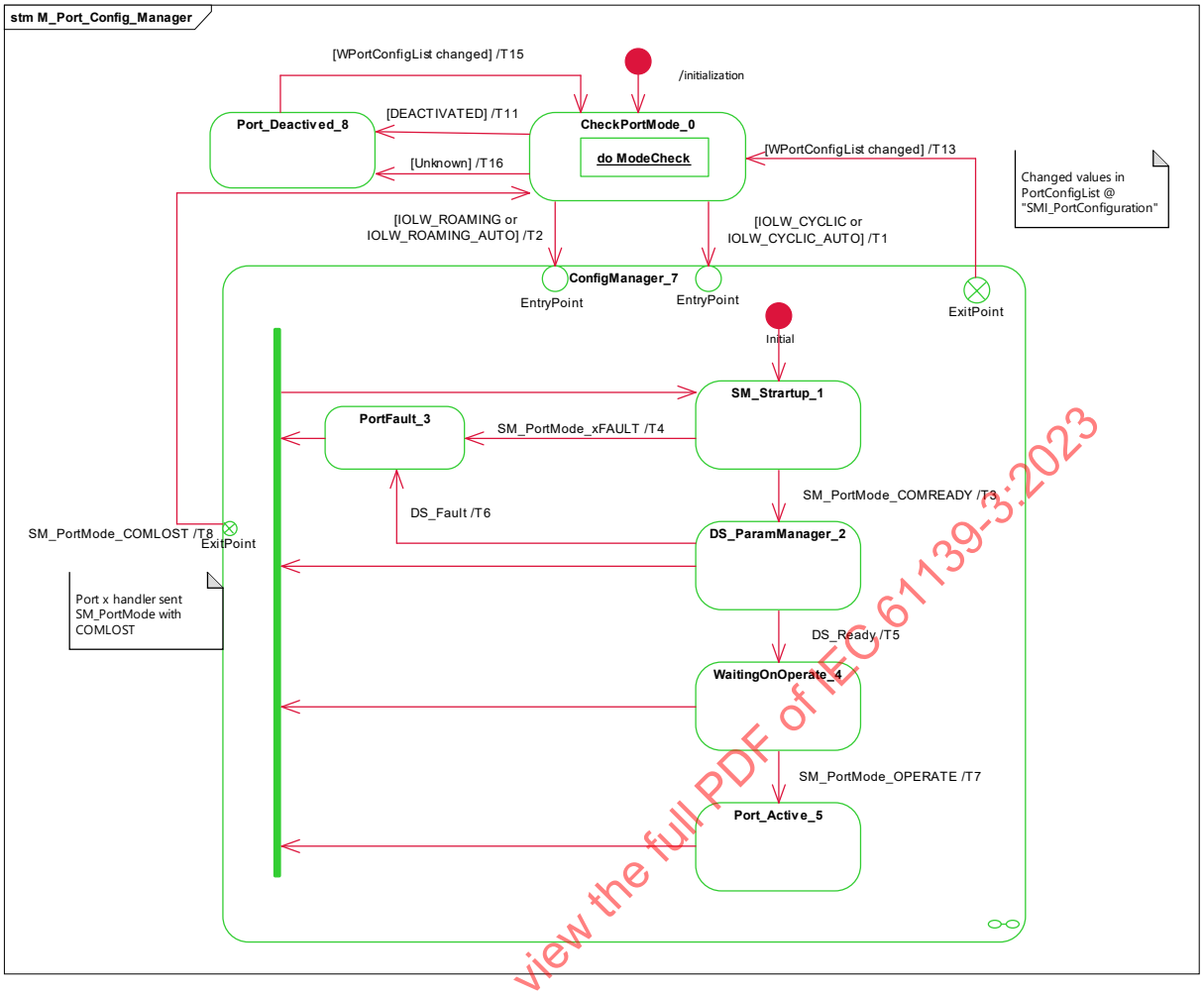


Figure 102 – State machine of the W-Port Configuration Manager

Table 141 shows the state transition tables of the W-Port Configuration Manager.

Table 141 – State transition tables of the W-Port Configuration Manager

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
CheckPortMode_0	Check "Port Mode" element in parameter "WPortConfigList" (see 11.2 and E.1.2)
SM_Startup_1	Waiting for an established communication or loss of communication or any of the faults REVISION_FAULT, COMP_FAULT, or SERNUM_FAULT (see Table 114)
DS_ParamManager_2	Waiting for accomplished Data Storage startup. Parameter are downloaded into the W-Device or uploaded from the W-Device.
PortFault_3	W-Device in state PREOPERATE (communicating). However, one of the faults REVISION_FAULT, COMP_FAULT, SERNUM_FAULT, or DS_FAULT or PORT_DIAG occurred.
WaitingOnOperate_4	Waiting for SM to switch to OPERATE.
Port_Active_5	W-Port is in OPERATE mode. The gateway application is exchanging Process Data and ready to send or receive On-request Data.
ConfigManager_7	This superstate handles Port communication operations and allows all states inside to react on COMLOST via SM_PortMode service. A Port restart is managed inside the superstate triggered by the DS_Change signal (see IEC 61131-9:2022, Table 125).
Port_Deactivated_8	Port is in DEACTIVATED mode.
Key: xFAULT: REVISION_FAULT or COMP_FAULT or SERNUM_FAULT	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	0	7	Invoke DS-Delete if identification (VendorID, DeviceID) within DS is different to configured port identification. Invoke SM_SetPortConfig_CYCLIC
T2	0	7	Invoke DS-Delete if identification (VendorID, DeviceID) within DS is different to configured port identification. Invoke SM_SetPortConfig_ROAMING
T3	1	2	DS_Startup: The DS state machine is triggered. Update parameter elements of "WPortStatusList": – PortStatusInfo = NOT_AVAILABLE – RevisionID = (real) RRID – VendorID = (real) RVID – DeviceID = (real) RDID – WMasterCycleTimeOut = value see C.4.12 – WMasterCycleTimeIn = value see C.4.12 – Port QualityInfo = invalid
T4	1	3	Update parameter elements of "WPortStatusList": – PortStatusInfo = PORT_DIAG – RevisionID = (real) RRID – VendorID = (real) RVID – DeviceID = (real) RDID – Port QualityInfo = invalid
T5	2	4	SM_Operate
T6	2	3	Data Storage failed: Rollback to previous parameter set. Update parameter elements of "WPortStatusList": – PortStatusInfo = PORT_DIAG – RevisionID = (real) RRID – VendorID = (real) RVID – DeviceID = (real) RDID – Port QualityInfo = invalid
T7	4	5	Update parameter elements of "WPortStatusList": – PortStatusInfo = OPERATE – RevisionID = (real) RRID – VendorID = (real) RVID – DeviceID = (real) RDID – Port QualityInfo = x
T8	1,2,3,4,5	0	Update parameter elements of "WPortStatusList": – PortStatusInfo = NO_DEVICE – RevisionID = 0 – VendorID = 0 – DeviceID = 0 – Port QualityInfo = invalid Delete DiagEntries (SOURCE = Device) in WPortStatusList (see Table E.2)

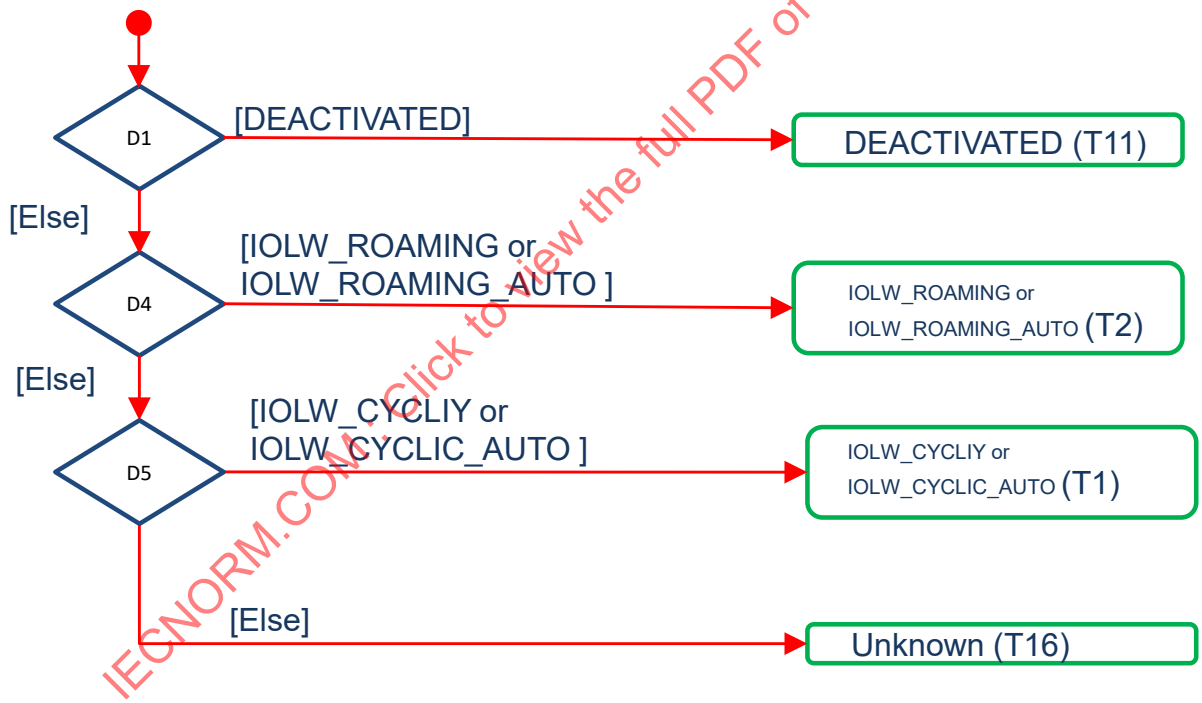
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T11	0	8	Invoke DS-Delete. SM_SetPortConfig_INACTIVE. Update parameter elements of "WPortStatusList": – PortStatusInfo = DEACTIVATED – RevisionID = 0 – VendorID = 0 – DeviceID = 0 – Port QualityInfo = invalid Delete DiagEntries (SOURCE = Device) in WPortStatusList (see Table E.2)
T13	1,2,3,4,5	0	Update parameter elements of "WPortStatusList": – PortStatusInfo = NOT_AVAILABLE – RevisionID = 0 – VendorID = 0 – DeviceID = 0 – Port QualityInfo = invalid Delete DiagEntries (SOURCE = Device) in WPortStatusList (see Table E.2)
T14	1,2,3,4,5	1	SM_SetPortConfig_CYCLIC Update parameter elements of "WPortStatusList": – PortStatusInfo = NOT_AVAILABLE – RevisionID = 0 – VendorID = 0 – DeviceID = 0 – Port QualityInfo = invalid Delete DiagEntries (SOURCE = Device) in WPortStatusList (see Table E.2)
T15	8	0	Update parameter elements of "WPortStatusList": – PortStatusInfo = NOT_AVAILABLE – RevisionID = 0 – VendorID = 0 – DeviceID = 0 – Port QualityInfo = invalid Delete DiagEntries (SOURCE = Device) in WPortStatusList (see Table E.2)
T16	0	8	Invoke DS-Delete. SM_SetPortConfig_INACTIVE. Update parameter elements of "WPortStatusList": – PortStatusInfo = DEACTIVATED – RevisionID = 0 – VendorID = 0 – DeviceID = 0 – Port QualityInfo = invalid Delete DiagEntries (SOURCE = Device) in WPortStatusList (see Table E.2)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
WPortConfigList changed	Guard	Values of "WPortConfigList" have changed
DS_Ready	Signal	Data Storage sequence (upload, download) accomplished; see IEC 61131-9:2022, Table 125.
DS_Fault	Signal	See IEC 61131-9:2022, Table 125.
DEACTIVATED	Guard	See Table E.2
IOLW_CYCLIC	Guard	See Table E.2
IOLW_CYCLIC_AUTO	Guard	See Table E.2
IOLW_ROAMING	Guard	See Table E.2
IOLW_ROAMING_AUTO	Guard	See Table E.2
DS_Change	Signal	See IEC 61131-9:2022, Table 125.
DS_Active	Guard	Port configured to "Backup + Restore" (3) or "Restore" (4); see Table E.3

State "CheckPortMode_0" contains an activity with complex logic for checking the Port mode within a received Port configuration (see Table E.3). Figure 103 shows this activity within the context of the state machine in Figure 102.



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 103 – Activity for state "CheckPortMode_0"

11.4 Data Storage (DS)

See IEC 61131-9:2022, 11.4.

Due to wireless specific technology some trigger signal in state machines differ from IEC 61131-9:2022.

Table 142 shows different triggers in state machines.

Table 142 – Different triggers in state machines

State machine	Transition	Trigger SDCI	Trigger SDCI-W
Main state machine of Data Storage mechanism	T6	COMx	ACTIVE
	T8	NoCOMx	COMLOST
Data Storage submachine "Upload_7"	T33	COMx_ERROR	COMLOST
	T34	COMx_ERROR	COMLOST
	T36	COMx_ERROR	COMLOST
Data Storage submachine "Download_10"	T40	COMx_ERROR	COMLOST
	T42	COMx_ERROR	COMLOST

11.5 On-request Data Exchange (ODE)

See IEC 61131-9:2022, 11.5.

11.6 Diagnosis Unit (DU)

See IEC 61131-9:2022, 11.6.

11.7 Process Data Exchange (PDE)

11.7.1 General

See IEC 61131-9:2022, 11.7.1.

11.7.2 Process Data input mapping

See IEC 61131-9:2022, 11.7.2.

The descriptions under Port Modes "IOL_MANUAL" or "IOL_AUTOSTART" applies to all Wireless Port Modes.

11.7.3 Process Data output mapping

See IEC 61131-9:2022, 11.7.3.

The descriptions under Port Modes "IOL_MANUAL" or "IOL_AUTOSTART" applies to all Wireless Port Modes.

Port Mode "DO_C/Q" is not supported in SDCI wireless.

11.7.4 Process Data invalid/valid qualifier status

A sample transmission of an output PD qualifier status "invalid" from W-Master AL to W-Device AL is shown in the upper section of Figure 104.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

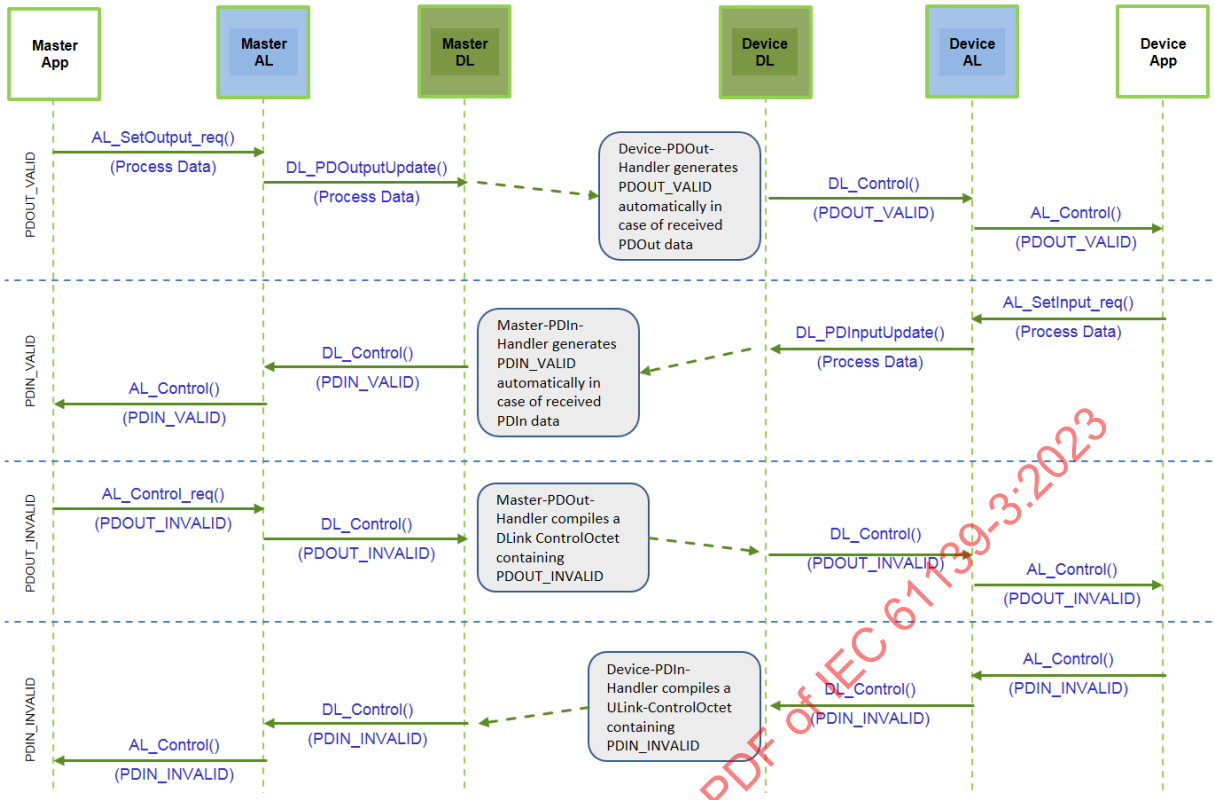


Figure 104 – Propagation of PD qualifier status between W-Master and W-Device

The W-Master informs the W-Device about the output Process Data qualifier status dependent on the PDOut state.

PDOUT_VALID:

The Device PDOut-handler generates the PDOUT_VALID automatically by receiving PDOut Process data.

PDOUT_INVALID:

The Master PDOut-handler sends the PDOUT_INVALID via the DLink control octet.

For input Process Data, the W-Device sends its Process Data qualifier status for PDIN_VALID / PDIN_INVALID in the same manner as the PDOut state from W-Master.

For detailed information see Clause A.9 and sequence chart in Figure 104.

11.8 Port and Device Configuration Tool (PDCT)

11.8.1 General

Figures 95 and 112 of IEC 61131-9:2022 demonstrate the necessity of a tool to configure ports, parameterize the W-Device, display diagnosis information, and provide identification and maintenance information. Depending on the degree of integration into a fieldbus system, the PDCT functions can be reduced, for example if the W-Port configuration can be achieved via the field device description file of the particular fieldbus.

The PDCT functionality can be integrated partially (navigation, parameter transfer, etc.) or completely into the engineering tool of the particular fieldbus.

11.8.2 Basic layout examples

Figure 105 shows one example of a PDCT display layout.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

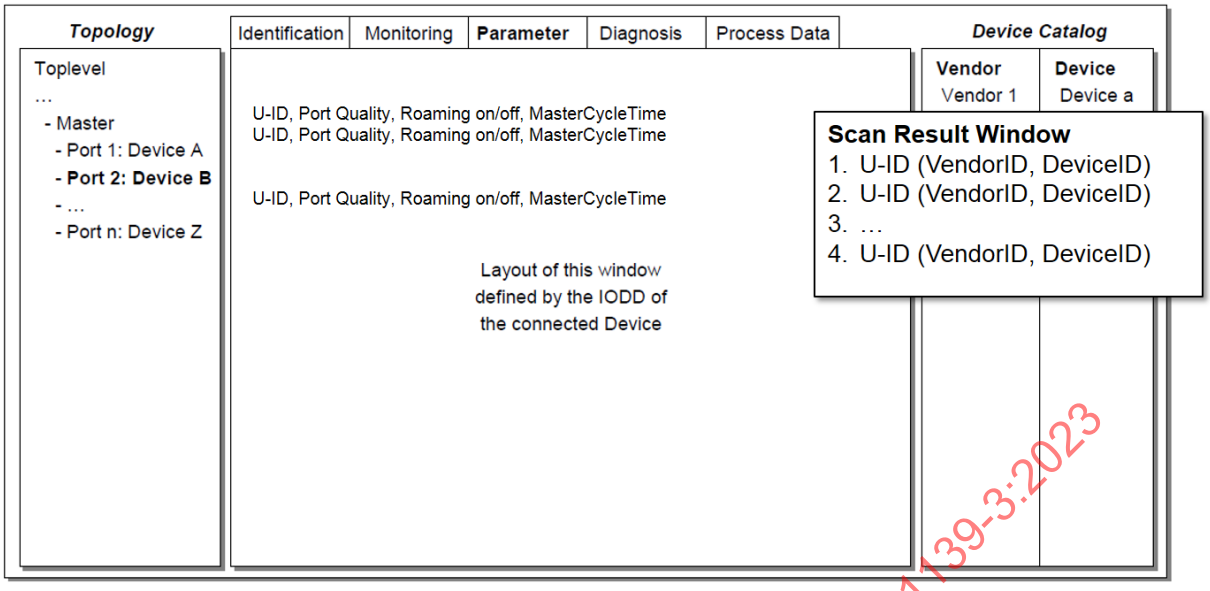


Figure 105 – Example 1 of a PDCT display layout

The PDCT display should always provide a navigation window for a project or a network topology, a window for the particular view on a chosen W-Device that is defined by its IODD, and a window for the available Devices based on the installed IODD files.

Figure 106 shows another example of a PDCT display layout.

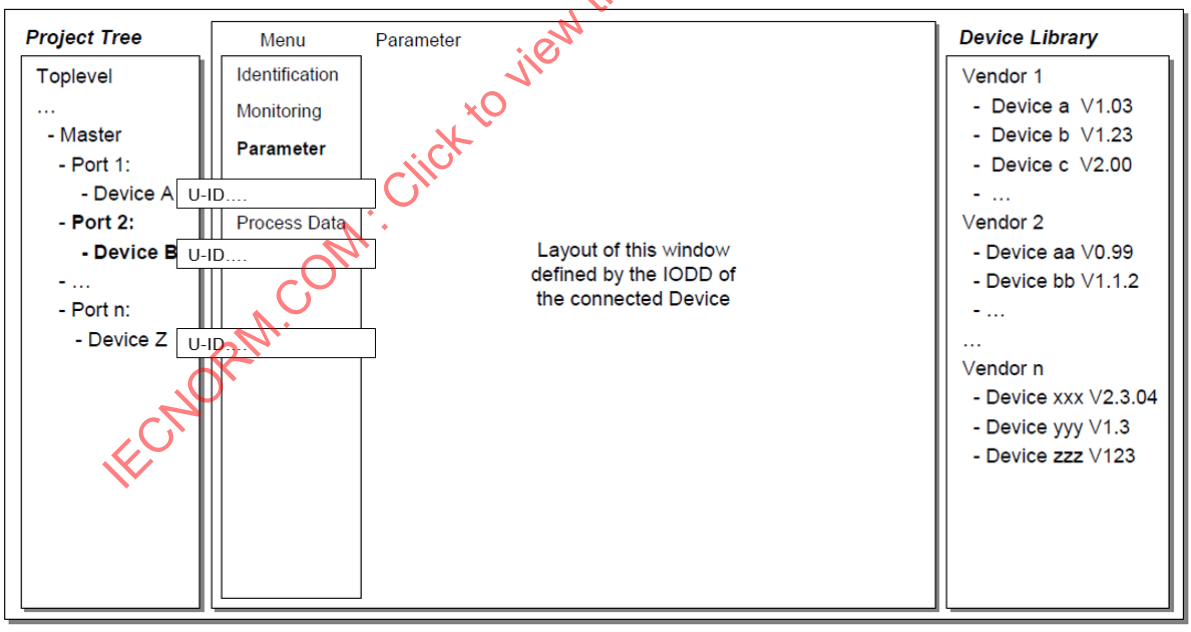


Figure 106 – Example 2 of a PDCT display layout

NOTE Further information can be retrieved from IEC TR 62453-61.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

11.9 Gateway application

11.9.1 General

The Gateway application depends on the individual host system (fieldbus, PLC, etc.) the W-Master applications are embedded in. It is the responsibility of the individual system to specify the mapping of the W-Master services and variables.

However, the designers of SDCI did not have a chance to specify a detailed Master interface into existing fieldbuses. Therefore, the IO-Link community decided to define a Standardized Master Interface (SMI) which should be followed within SDCI wireless. For detailed definition of the Standardized Master Interface, see IEC 61131-9.

Figure 107 shows the generic relationship of W-Master and automation technology.

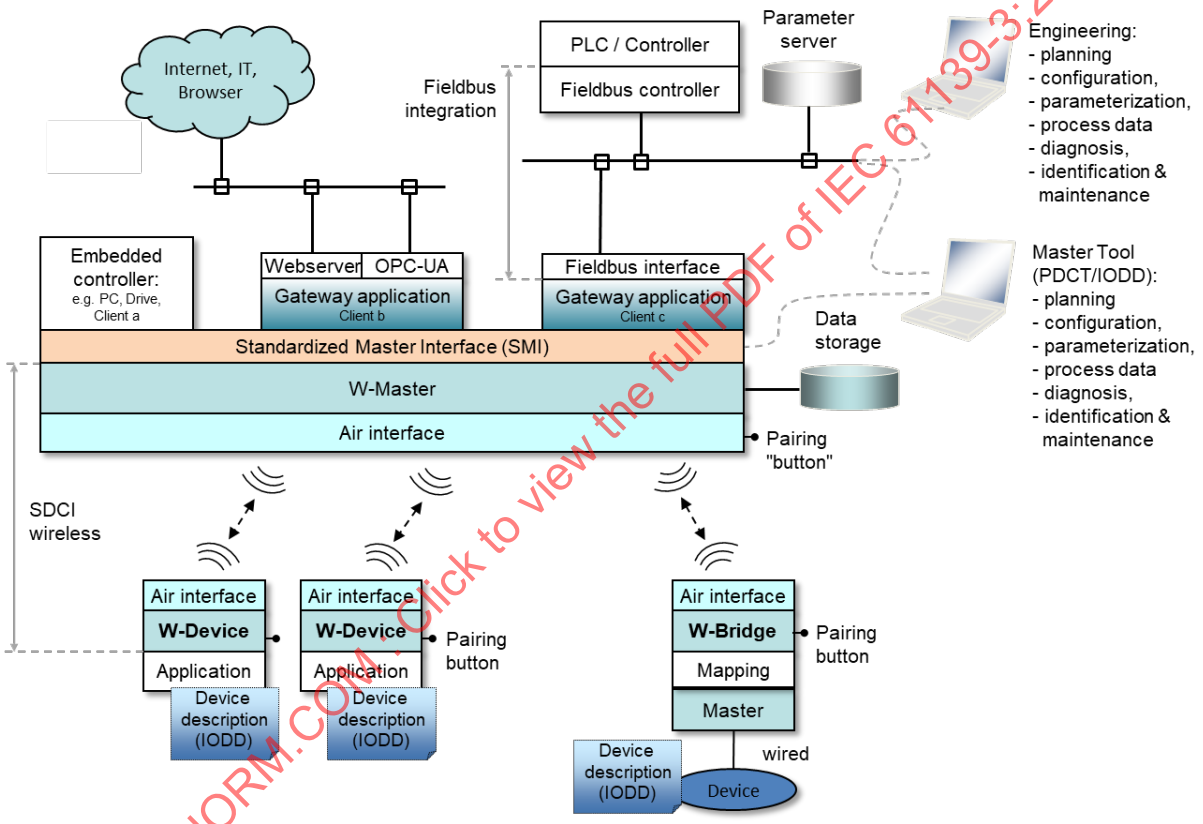


Figure 107 – Generic relationship of W-Master and automation technology

11.9.2 Changing W-Device configuration including Data Storage

After each change of W-Device configuration/parameterization (CVID and/or CDID, see IEC 61131-9:2022, 9.2.2.2), the associated previously stored data set within the W-Master shall be cleared or marked invalid via the variable DS_Delete.

11.9.3 Parameter server and recipe control

The W-Master may combine the entire parameter sets of the connected W-Devices together with all other relevant data for its own operation and make this data available for higher level applications. For example, this data may be saved within a parameter server which may be accessed by a PLC program to change recipe parameters, thus supporting flexible manufacturing.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

NOTE The structure of the data exchanged between the W-Master and the parameter server is outside the scope of this document.

11.9.4 Interoperability to 5G Systems

In the requirements for 5G systems, the EAP framework for subscriber network access authentication according to IETF RFC 5247 is proposed as primary authentication mechanism. When a vendor intends to implement a W-Master with interoperability to 5G management frameworks, it is therefore recommended by this document to implement EAP in the SDCI W-Master gateway Application Layer.

11.10 Human machine Interface (HMI), Faulty W-Device replacement

It is possible to replace a faulty W-Device without using a configuration tool (PDCT). Therefore, a minimum HMI functionality is mandatory.

The W-Master displays the W-Port of a faulty W-Device. By pressing a button or a similar interface of the W-Master the pairing by button process will be started and the W-Master is waiting for a W-Device, which activates the pairing by button mode (see 4.4.3.3). Depending on the inspection level check the W-Device will be paired.

After a successful pairing, the W-Master will change back in cyclic or Roaming Mode.

In case of multiple faulty W-Devices, the replacement will be done one by one or by using an optional extended menu. The pairing button process has to be locked in case of non-device fault.

Figure 108 demonstrates the faulty W-Device replacement.



Figure 108 – Faulty W-Device replacement

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

12 W-Bridge

12.1 Overview

A W-Bridge is an adapter which provides SDCI wireless functionality to an SDCI Device. This Clause 12 specifies the W-Bridge Application.

The W-Bridge is comprised of a W-Device-Part (see Figure 18) for communication with a W-Master, an SDCI Master-Part (see IEC 61131-9:2022, Figure 9) for communication with the SDCI Device, and a W-Bridge Application to handle forwarding and conversions between the parts. The W-Bridge structure is depicted in Figure 109.

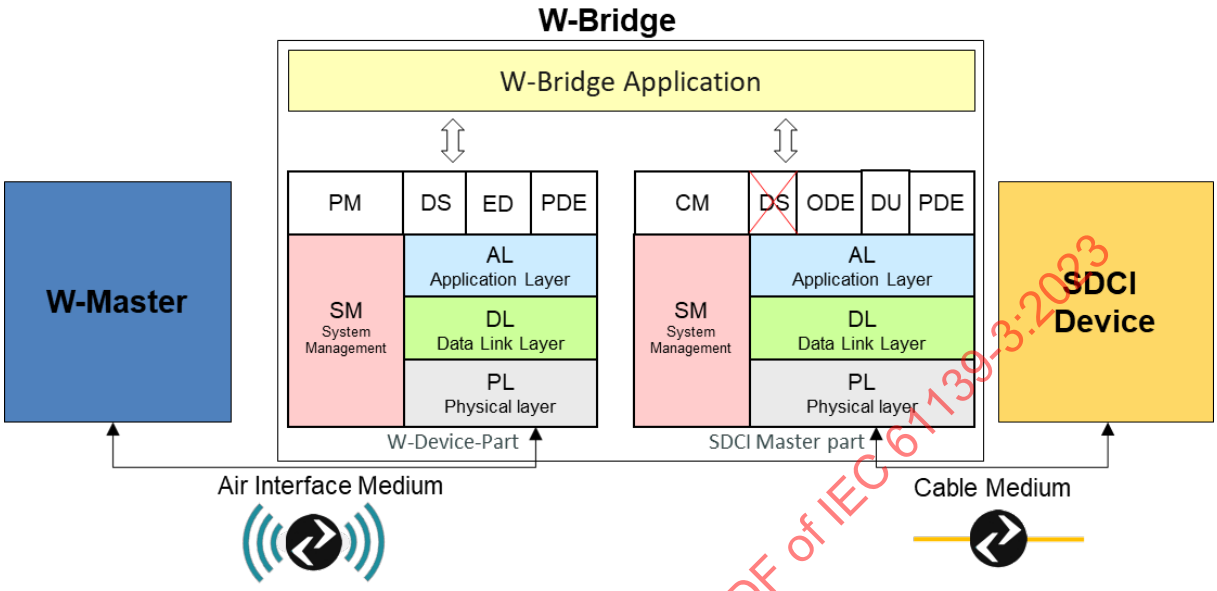


Figure 109 – Structure of a W-Bridge

12.2 Process Data Exchange (PDE)

12.2.1 General

The Process Data Exchange in SDCI wireless and SDCI is identical from upper layer view. The Process Data of a W-Bridge is defined by the connected SDCI Device and forwarded to the W-Master by the W-Bridge application. SIO of a connected SDCI Device is not supported. A W-Bridge standalone does not support Process Data.

12.2.2 Process Data mapping

Input and output Process Data are mapped directly between AL services of W-Device-Part and SDCI Master part in the W-Bridge. For handling of Process Data invalid/valid qualifier status see in IEC 61131-9:2022, 11.7.3 and 11.7.4, for AL service see 8.2.13 and in IEC 61131-9:2022, 8.2.12.

12.3 On-request Data Exchange (ODE)

12.3.1 General

The On-request Data Exchange in SDCI Wireless and SDCI is identical from upper layer view. ISDU requests to the connected SDCI Device shall be forwarded properly.

12.3.2 Wireless Parameters

A W-Bridge shall always allow the configuration of its W-parameters (see Figure C.2).

12.3.3 Parameters of connected SDCI Device

All Read or write requests shall be forwarded unchanged from W-Bridge to the SDCI Device, except of the W-parameters and the Direct Parameter Page 1, see 12.6.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

12.4 Data Storage

If a SDCI Device is connected to the W-Bridge Data Storage shall be handled transparently via ISDU. Therefore, the W-Device-Part and SDCI-Master-Part shall disable the Data Storage components. A W-Bridge in standalone mode shall support Data Storage identical to a W-Device. The W-Master stores either the SDCI Device parameters or the W-Bridge standalone parameters according to the W-Master port configuration.

12.5 Diagnosis Unit (DU)

12.5.1 General

Events of a connected SDCI Device shall be handled transparent. This includes Port-Events, generated by the SDCI Master part of the W-Bridge as well as the Events generated by the application of the SDCI Device.

The Diagnosis Unit (DU) handles Device or Port specific Events from the SDCI Master part in the W-Bridge. The W-Bridge application shall support the SDCI wireless Events, see in IEC 61131-9:2022, Table D.1, Table D.2 Annex D and Table D.1.

12.5.2 Device Events (Wireless)

The wireless SDCI Device events are generated by the W-Device-Part of a W-Bridge according to Table D.1 in Annex D.

12.5.3 Device Events

SDCI-W Device Events of a connected SDCI Device (see IEC 61131-9:2022, Clause D.2) shall be forwarded via the W-Bridge to the W-Master.

12.5.4 Port Events

For proper behavior of the W-Master in combination with the Port-Events generated by the SDCI Master part the Port-Events (see IEC 61131-9:2022, Table D.2) shall be transmitted as regular event with SOURCE=Master/Port via W-Bridge to the W-Master.

The Port Events in Table 143 shall be blocked by the W-Bridge application and not forwarded to the W-Master.

Table 143 – Blocked Port Event Codes

Port Event Codes of SDCI Master-Part	Description	Remarks
0x1800	No Device (communication)	Device communication handled by W-Bridge application
0x1801	Startup parametrization error	Startup is handled by W-Master
0x1802 to 0x1803	Inspection Level mismatch	Startup is handled by W-Master
0x1809 to 0x180D, 0xFF23 to 0xFF27	Data Storage	Data Storage shall be disabled (see 12.4)
0xFF21	Device plugged in	Device communication handled by W-Bridge application
0xFF22	Device communication lost	Device communication handled by W-Bridge application

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

12.6 Design Rules

12.6.1 General

The following design rules are defined to achieve a common behavior of the W-Bridge application.

12.6.2 Timing constraints

12.6.2.1 Cycle times

As the Definition of MasterCycleTime and MinCycleTime differ between SDCI wireless and SDCI (see in IEC 61131-9:2022, C.2.2 and B.1.3) a timing conversion takes place in the W-Bridge.

- The SDCI Master part in the W-Bridge shall support COM1, COM2 and COM3.
- The SDCI Master part in the W-Bridge shall use MinCycleTime of the connected SDCI Device as MasterCycleTime. There may be an additional handling time up to 200µs to consider.
- The W-Device-Part in the W-Bridge shall use the fastest possible WMinCycleTimeOut and WMinCycleTimeIn (5ms).
- If PD Data In not fit in one uplink, then the PD Data shall be segmented see 7.7.2. For calculation of WCycleTime see 9.3.2.3

For Process Data length from 15 octets to 32 octets segmentation of Process Data shall be done by the W-Device-Part in the W-Bridge thus leading to an increase of WMasterCycleTimeOut and WMasterCycleTimeIn.

12.6.2.2 Additional delay by the W-Bridge

The delay added by the W-Bridge to the ISDU response time of the device shall be as low as possible and shall not exceed 100 ms.

NOTE Adding a delay could not be avoided but keeping it as low as possible will minimize the risk of interoperability problems.

12.6.3 Static behaviour

12.6.3.1 W-Bridge with connected SDCI Device

A W-Bridge with a connected SDCI Device shall be transparent, except for:

- Wireless specific indexes (see Clause C.4)
- SDCI wireless Device events (see Figure 110)
- Direct Parameter Page 1 (see Figure 111)

Figure 110 shows the data object mapping for W-Bridge with connected SDCI Device.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

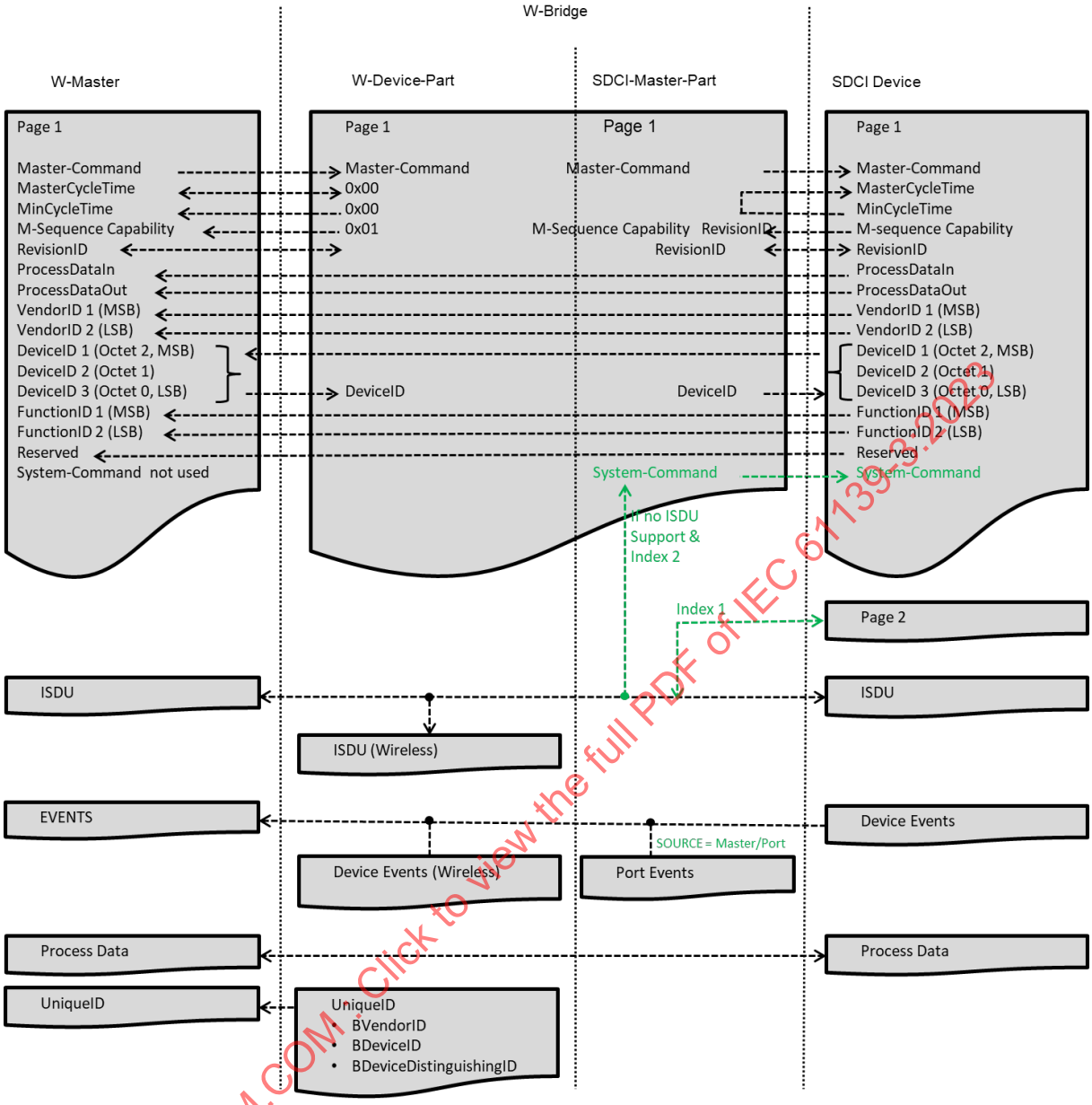
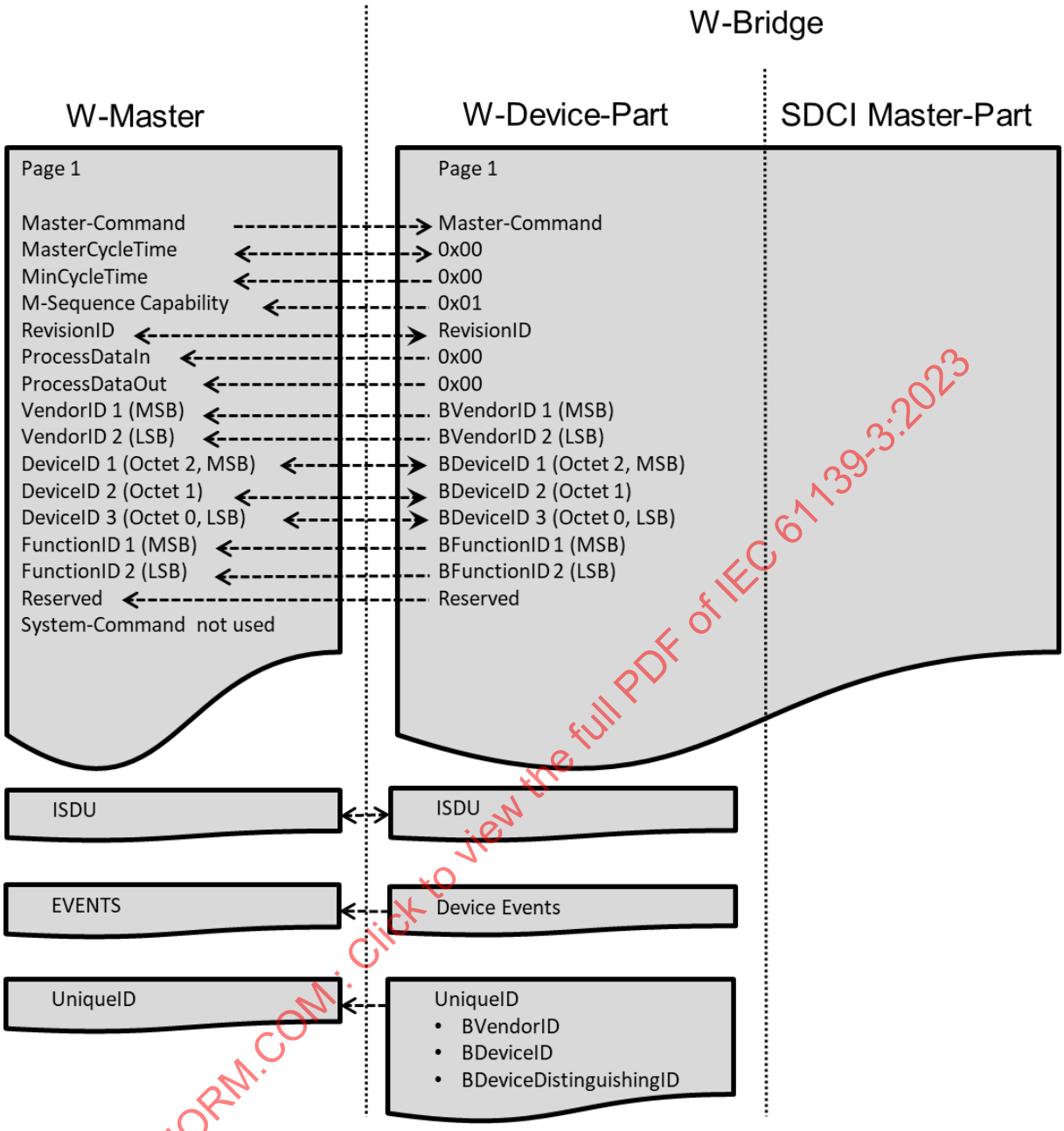


Figure 110 – Data object mapping for W-Bridge with connected SDCI Device

12.6.3.2 W-Bridge standalone

A W-Bridge without a connected SDCI Device (standalone) shall allow configuration of the W-Bridge and read diagnosis data, process data shall not be available. The ISDU mechanism shall behave identical to a W-Device (see Clause C.1), enabling the W-Bridge to have device specific ISDU parameters (e.g. identification parameters). Operation in standalone mode requires a W-Bridge-specific IODD (see 12.7). Figure 111 shows the data object mapping for W-Bridge stand alone.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 111 – Data object mapping for W-Bridge stand alone

12.6.4 Dynamic behavior

12.6.4.1 General

The dynamic behavior of a W-Bridge is specified in this 12.6.4. It covers the startup and interaction of a W-Bridge. Especially, the connection and disconnection of an SDCI Device and/or W-Master will be covered.

In General, after power-up, the W-Bridge tries to connect to the SDCI Device, in any case afterwards the connection to the W-Master can be established. If wireless connection with W-Master is lost the SDCI Device remains in operation with invalid PDOut data until the wireless connection is reestablished. If wired connection with the SDCI Device is lost the wireless communication is stopped and reestablished with the W-Bridge identification.

12.6.4.2 State machine of the W-Bridge Application

Figure 112 shows the state machine of the W-Bridge application. Table 144 lists the corresponding state transitions.

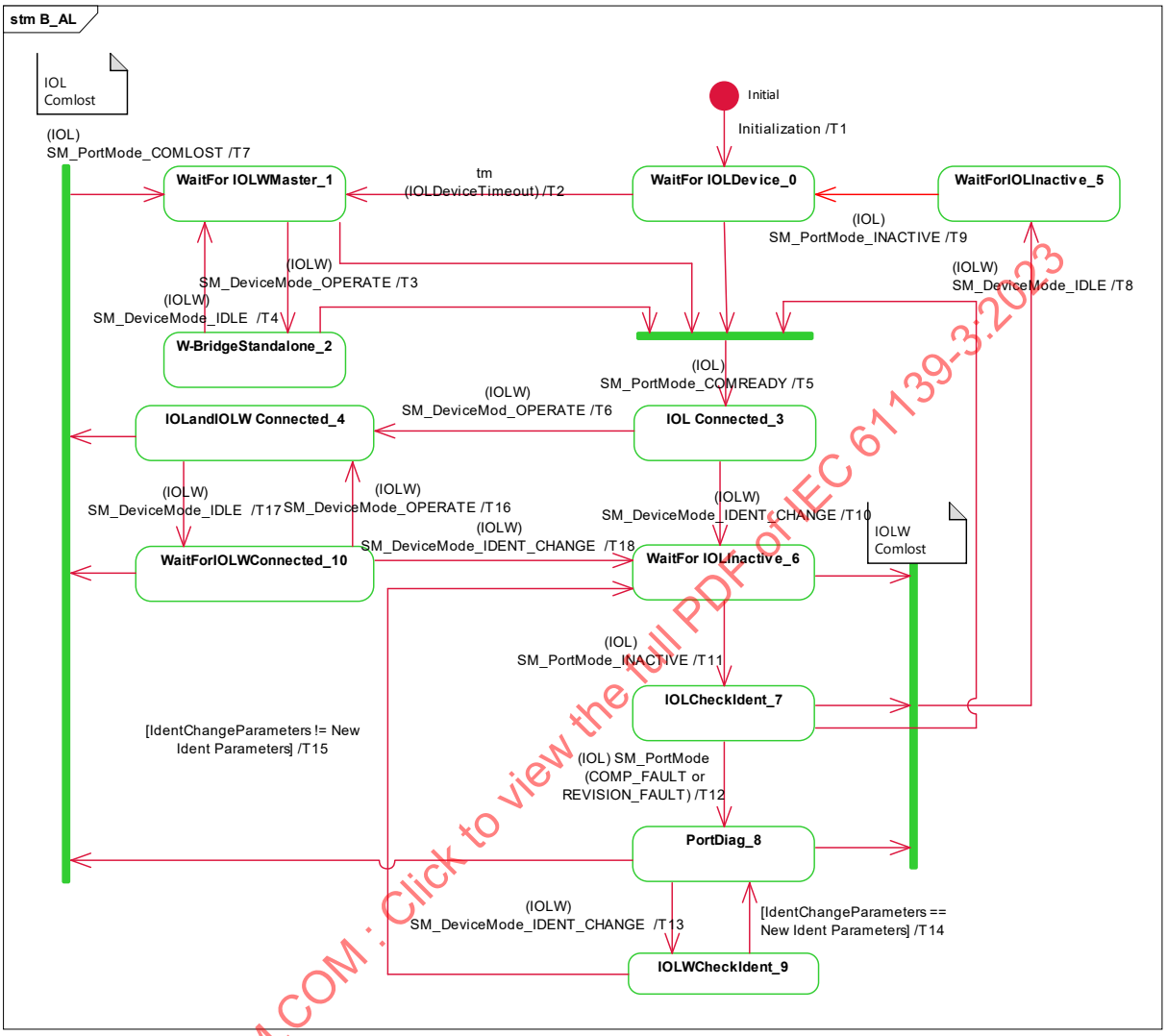


Figure 112 – State machine of the W-Bridge application

Table 144 – State transition tables of the W-Bridge application

STATE NAME	STATE DESCRIPTION
WaitForIOLDevice_0	Waiting for SDCI Master part to establish communication to SDCI Device
WaitForIOLWMaster_1	Waiting for W-Device-Part to be connected to W-Master
IOLWConnected_2	W-Bridge (standalone) in OPERATE
IOLConnected_3	SDCI Master part in PREOPERATE
IOLandIOLWConnected_4	W-Device-Part and SDCI Master part in OPERATE
WaitForIOLInactive_5	Waiting for SDCI Master part becomes inactive
WaitForIOLInactive_6	Waiting for SDCI Master part becomes inactive
IOLCheckIdent_7	Waiting for compatibility check of SDCI Master part
PortDiag_8	SDCI Master part and W-Device-Part stay in Port Diag until com lost
IOLWCheckIdent_9	Waiting for compatibility check of W-Device-Part
WaitForIOLWConnected_10	Waiting for W-Device-Part to be in OPERATE

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

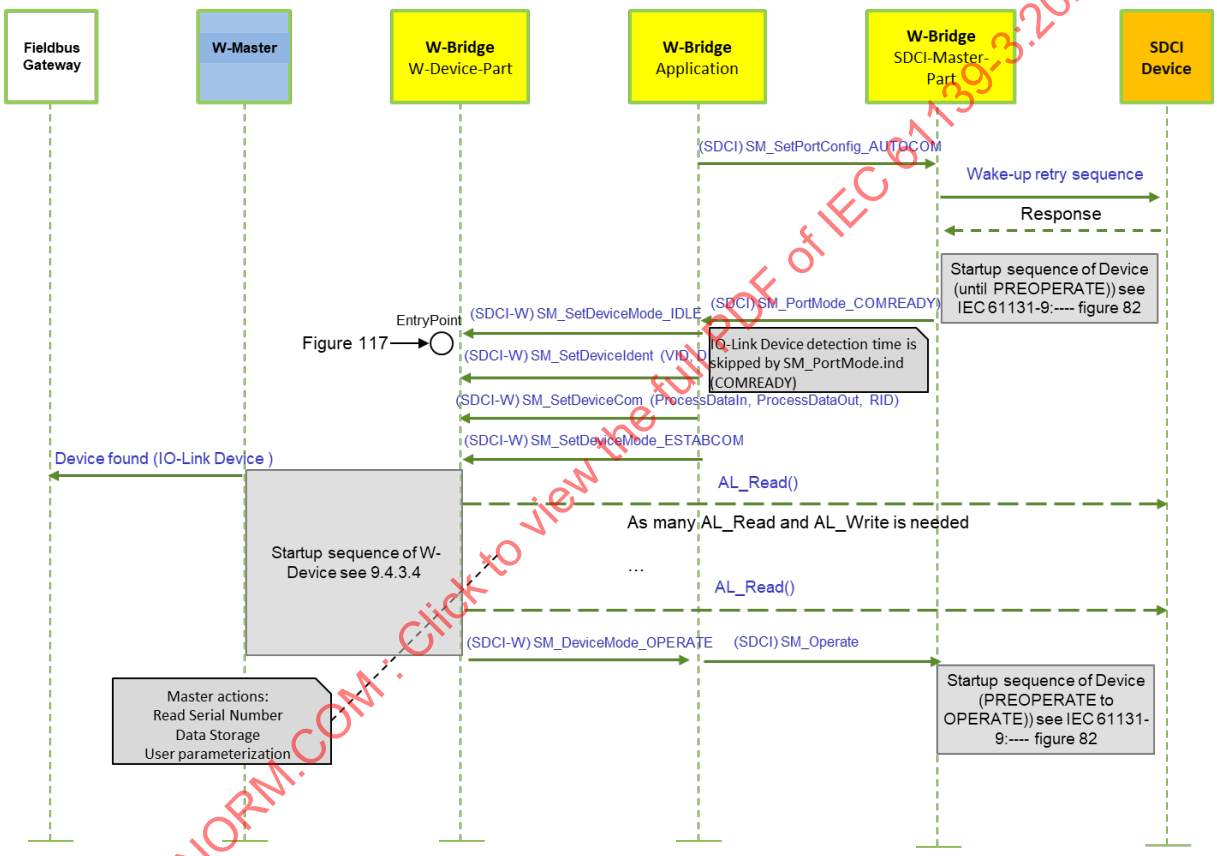
TRANSITION	SOURCE STATE	TARGET STATE	ACTION /Remarks
T1	initial	0	Invoke SM_SetPortConfig_AUTOCOM (SDCI) Start Timer "IOLDeviceTimeout"
T2	0	1	Invoke SM_SetDeviceIdent (VID, DID, FID) and SM_SetDeviceCom (ProcessDataIn, ProcessDataOut, RID) (W-Bridge) Invoke SM_SetDeviceMode_ESTABCOM (SDCI-W) ConnectionStatus = 0x00: No SDCI Device connected
T3	1	2	*SDCI-W Operate in standalone mode*
T4	2	1	-
T5	0, 1, 2, 7	3	Invoke SM_SetDeviceMode_IDLE (SDCI-W) Invoke SM_SetDeviceIdent (VID, DID, FID) and SM_SetDeviceCom (ProcessDataIn, ProcessDataOut, RID) (IOL-Device) Invoke SM_SetDeviceMode_ESTABCOM (SDCI-W) ConnectionStatus = 0x10: SDCI Device connected
T6	3	4	Invoke SM_Operate (SDCI)
T7	4, 8, 10	1	*IOL ComLost* Invoke SM_SetDeviceMode_IDLE (SDCI-W) Invoke SM_SetDeviceIdent (VID, DID, FID) and SM_SetDeviceCom (ProcessDataIn, ProcessDataOut, RID) (W-Bridge) Invoke SM_SetDeviceMode_ESTABCOM (SDCI-W) Invoke SM_SetPortConfig_AUTOCOM (SDCI) ConnectionStatus = 0x00: No SDCI Device connected
T8	6, 7, 8	5	*SDCI-W ComLost* Invoke SM_DeviceMode_IDLE (SDCI)
T9	5	0	Invoke SM_SetPortConfig_AUTOCOM (SDCI) Invoke SM_SetDeviceMode_ESTABCOM (SDCI-W) Start Timer "IOLDeviceTimeout"
T10	3	6	Invoke SM_GetDeviceIdent and SM_GetDeviceCom (SDCI-W) and store results to IdentChangeParameters Invoke SM_SetPortConfig_INACTIVE (SDCI)
T11	6	7	Invoke SM_SetPortConfig_CFGCOM (SDCI)
T12	7	8	Equivalent to T5
T13	8	9	Invoke SM_GetDeviceCom and SM_GetDeviceIdent
T14	9	8	*Incompatible SDCI Device, W-Bridge remains in Port Diag*
T15	9	6	Store new IdentChangeParameters Invoke SM_SetPortConfig_INACTIVE (SDCI)
T16	10	4	-
T17	4	10	*SDCI-W ComLost* Invoke AL_CONTROL-PDOUTINVALID (SDCI)
T18	10	6	Equivalent to T10

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

INTERNAL ITEMS	TYPE	DEFINITION
$T_{IOLDeviceTimeout}$	Time	T_{DSIO} Maximum, See in IEC 61131 9:2022, Table 42.
IdentChangeParameters	RecordT	RID, VID, DID, FID See C.2.3

12.6.4.3 Start-up, Synchronization and Reconnection

Figure 113 shows a sequence chart for startup of a W-Bridge with connected SDCI Device V1.1, matching the W-Parameter of the W-Master port (regular startup).



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 113 – Sequence chart of a W-Bridge startup with connected SDCI Device V1.1

Figure 114 shows a sequence chart disconnect and reconnect an SDCI Device while the W-Bridge is in operation.

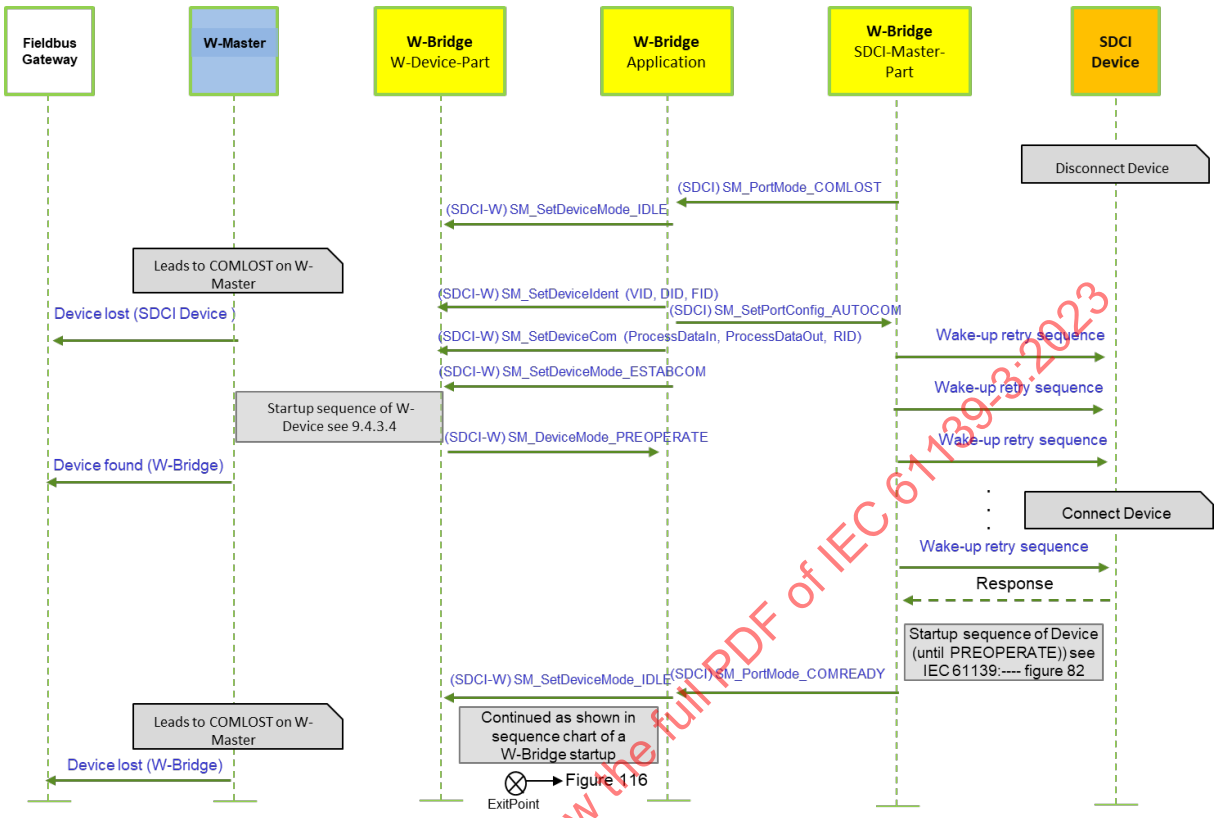


Figure 114 – Sequence chart reconnect an SDCI Device while W-Bridge is in operation

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 115 shows a sequence chart of wireless disconnection and reconnection of W-Bridge with connected SDCI Device.

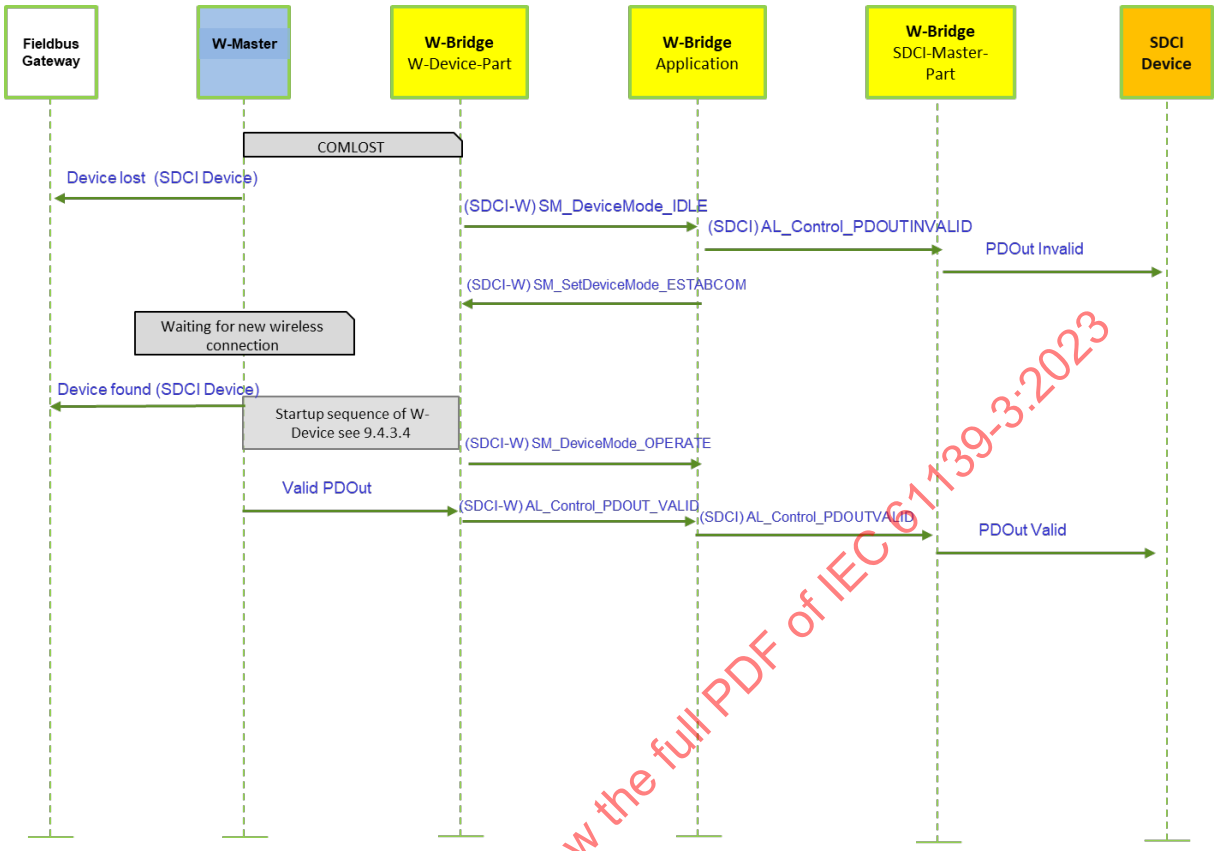


Figure 115 – Sequence chart wireless reconnection of W-Bridge with connected SDCI Device

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 116 shows a sequence chart of Device Ident with compatibility with connected SDCI Device V1.1, but Device Ident shall be modified.

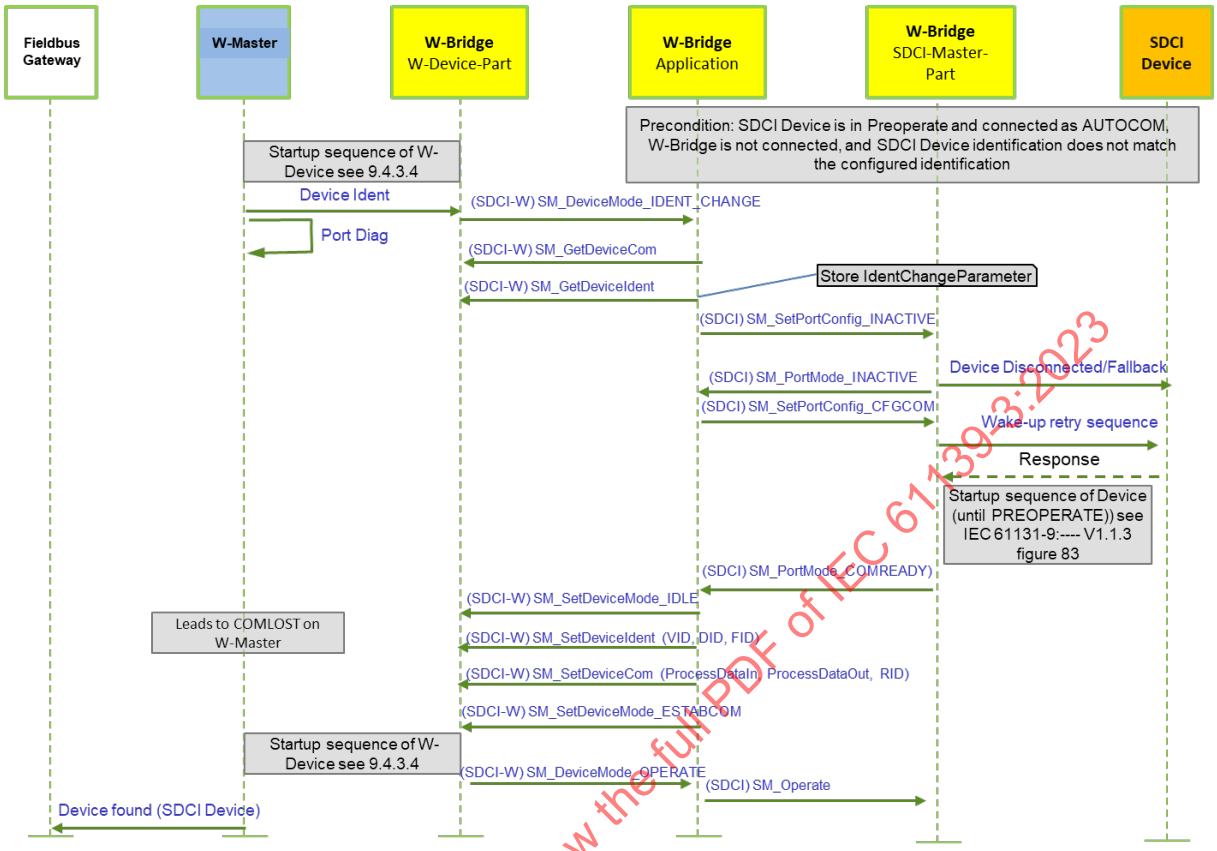


Figure 116 – Sequence chart of Device Ident with compatibility

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 117 shows a sequence chart of Device Ident with no compatibility with connected SDCI Device V1.1, when compatibility fails.

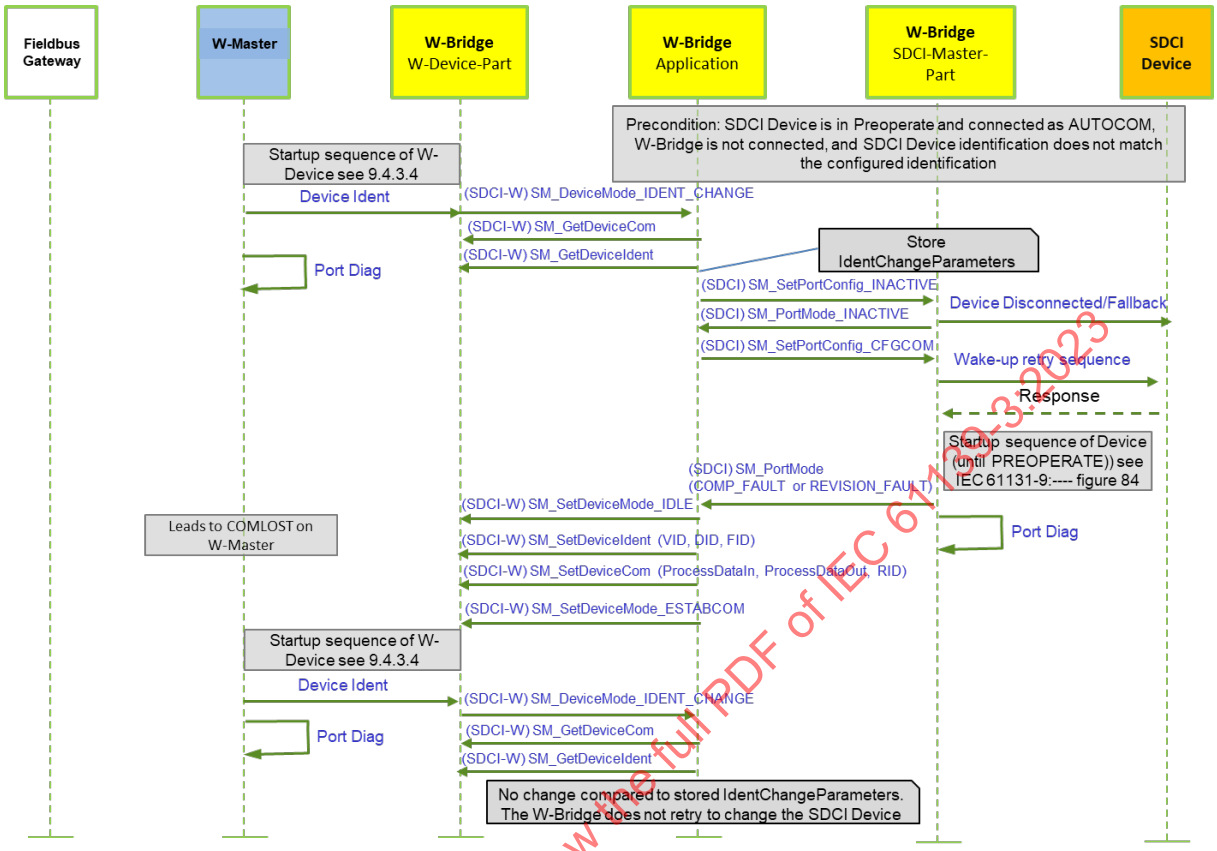


Figure 117 – Sequence chart of Device Ident with no compatibility

12.6.5 UniqueID

During Scan and Pairing, a W-Bridge uses the BVendorID, BDeviceID and BDeviceDistinguishingID as UniqueID. The VendorID and DeviceID of a connected SDCI Device is available after W-Bridge is connected to the W-Master. For details see C.4.4.2 and C.4.9.

12.7 I/O W-Device description (W-IODD)

Figure 118 shows a schematic representation of the use of a W-Bridge to connect a wired SDCI Device.

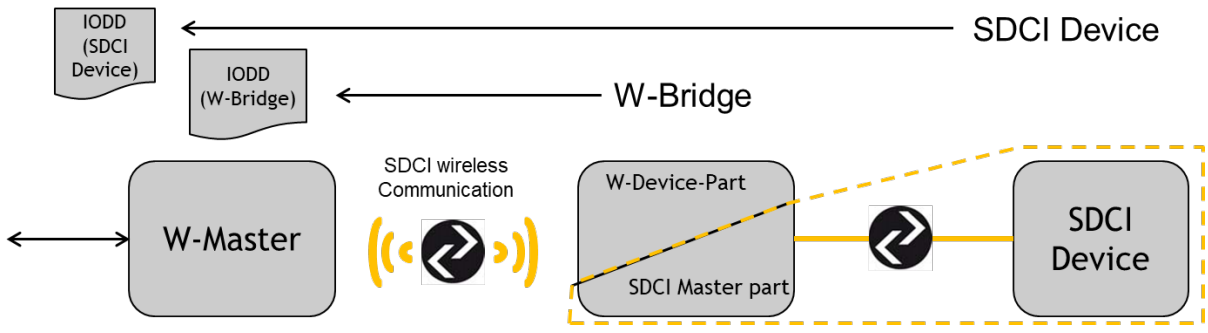


Figure 118 – Schematic representation of the use of a W-Bridge to connect a SDCI Device

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

The IODD of a W-Bridge describes the W-Bridge without a connected SDCI Device.

In case of a connected SDCI Device, the wireless specific parameters are used from theIODD of the W-Bridge and device specific parameters are taken from the IODD of the SDCI Device. The parameter selection shall be managed by the port device configuration tool.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Annex A
(normative)

W-Messages Codings

A.1 Overview

The W-Master indicates the manner the user data (see Clause A.8) shall be transmitted within a W-Frame.

A.2 Definition of a W-Message

Within the payload of a W-Frame, W-Messages are transmitted in DLink and ULinks (see Figure A.1). W-Messages are used to serve the SDCI wireless mechanisms such as Process data, MasterCommand and EVENT- or ISDU-data.

A W-Message in a DLink or an ULink consists of control octets (CO), followed by data, or without data (e.g. MasterCommand).

See Figure A.3 for definition of DLink control octet and Figure A.4 for definition of ULink control octet.

For the generation of the control octets, see 6.6.3 and 6.6.5.

For examples of the transmission of W-Messages see Clause A.6 and Clause A.7.

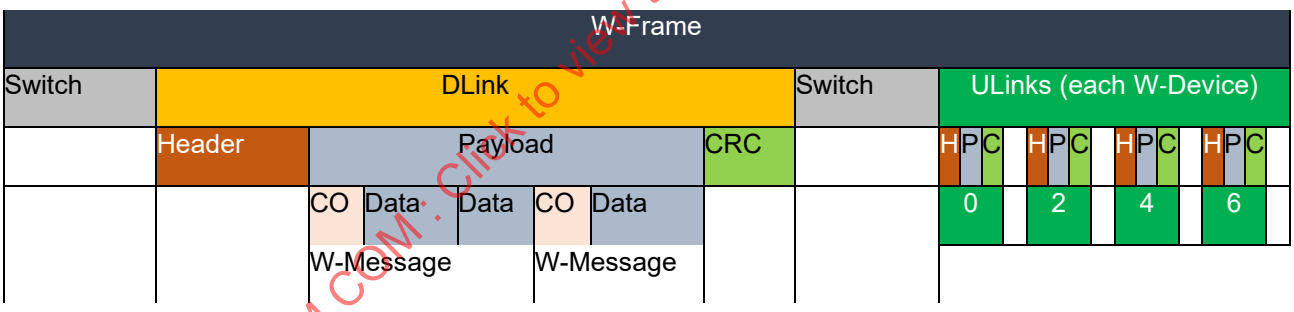


Figure A.1 – W-Message and control octet

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

A.3 Downlink W-Messages: control octets

A.3.1 DLink control octet

A.3.1.1 General

The DLink control octet is used to send a W-Message to a dedicated W-Device within a DLink.

Figure A.2 shows the definition of the control octet (2 octets) for a DLink-W-Message.

Octet 0								Octet 1							
Slot number (Slot_N) ("DeviceAddress")			ChannelCode (ChC)			FlowControl (FC)		DataLength (DLen)							
Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

Figure A.2 – Definition of DLink control octet

A.3.1.2 Bit 0 to 4: DataLength (DLen)

These bits contain a 5 bit value from 0 to 31 to transmit the data length of the data which are following after the W-Message. If the W-Message contains no data (see Table 46), the DataLength shall be ignored.

DLen is coded in the following way, as shown in Table A.1:

Table A.1 – Definition of DataLength (DLen)

DataLength (DLen)	
DLen	**Data length in octet followed by the control octet**
0	1
1	2
…	…
31	32

A.3.1.3 Bit 5 to 9: FlowControl (FC)

The FlowControl is controlling the segmented data flow for Process data, Event- or ISDU data. The defined values for the FlowControl are listed in Table 79 Flow Control for segmented data. Examples for the usage of FlowControl see Clause A.6 and Clause A.7.

A.3.1.4 ChannelCode (ChC)

These bits indicate the communication channel code for the access to the user data. The defined values for the communication channel parameter are listed in Table A.2.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table A.2 – Definition of ChannelCode (ChC) for DLink

ChannelCode (ChC)		
Value	**Definition**	**Remarks**
0	INVALID	W-Message is invalid and shall be ignored by W-Device
1	Process data	W-Master sends Process data out to W-Device
2	Process data INVALID	W-Master sends PDOUT_INVALID to W-Device
3	ISDU	W-Master sends ISDU data
4	EVENT	W-Master sends event Acknowledge to W-Device
5	MasterCommand	W-Master sends a MasterCommand to W-Device, see Table C.2.
6	Reserved	Reserved for future
7	Reserved	Reserved for future

A.3.1.5 Bit 13 to 15: Slot number (Slot_N)

These bits contain the "address" (Slot number 0 to 7) to which W-Device the W-Message shall be sent.

A.3.2 DLink control octets contains MasterCommand

A.3.2.1 General

Figure A.3 shows the DLink-W-Message to transmit a MasterCommand to a W-Device:

Octet 0						Octet 1							
Slotnumber (Slot_N) ("DeviceAddress")			ChannelCode (ChC) = 5	Reserved	BC	MasterCommand							
Bit 15	Bit 14	Bit 13	1 0 1	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

Figure A.3 – DLink control octets contains MasterCommand

If the ChC = 5, the second octet (octet 1) shall be used as MasterCommand. For the definition of MasterCommand, see Table C.2.

A.3.2.2 Bit 8: Broadcast (BC)

Bit 8 marks a broadcast message. If this bit is equal to 1 then MCmd is for all W-Devices on Track. Broadcast supports only limited MasterCommands, see Table C.2.

A.3.2.3 Bit 9: Reserved

Reserved for future use.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

A.4 Uplink W-Messages

A.4.1 General

The ULink control octet is used to send a W-Message from the W-Device to the W-Master within an ULink. Figure A.4 shows the definition of the ULink control octet (1 octet):

Octet 0							
ChannelCode (ChC)			FlowControl (FC)				
Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

Figure A.4 – Definition of ULink control octet

A.4.2 ULink control octet

A.4.2.1 Bit 0 to 4: FlowControl (FC)

The FlowControl is controlling the segmented data flow for Process data, Event- or ISDU data. The defined values for the FlowControl are listed in Table 79. Flow Control definition for segmented data. Examples for the usage of FlowControl see Clause A.6 and Clause A.7 .

A.4.2.2 ChannelCode (ChC)

These bits indicate the communication channel code for the access to the user data. The defined values for the communication channel parameter are listed in Table A.3.

Table A.3 – Definition of ChannelCode (ChC) for ULink

ChannelCode (ChC)		
Value	**Definition**	**Remarks**
0	INVALID	W-Message is invalid and shall be ignored by W-Master
1	Process data	W-Device sends Process data in to W-Master
2	Process data INVALID	W-Device sends PDIN_INVALID to W-Master
3	ISDU	W-Device sends ISDU data to W-Master
4	EVENT	W-Device sends EVENT data to W-Master
5	Reserved	Reserved for future
6	Reserved	Reserved for future
7	Reserved	Reserved for future

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

A.5 Example for combination of several W-Messages within a DLink / PreDLink

The W-Master Message handler collects all data delivered via all DL-B handler for each W-Device and compiles the control octet for all W-Messages subsequently. Further in the Message handler place the compiled control octet with the delivered handler-data to the payload of a downlink in a predefined order, see Figure 48. For definition of the control octet see Figure A.4.

The following example shows the placement of different W-Messages in a downlink:

Slot_number 3 (W-Device Address = 3):
8 octets process data Out
10 octets acyclic ISDU-write
Slot_number 5 (W-Device Address = 5):
1 octet MasterCommand in PreDownLink
Slot_number 1 (W-Device Address = 1):
6 octets process data Out
Event Acknowledge

The W-Master Message handler places the W-Messages in the following way into DLink payload, see Figure A.5.

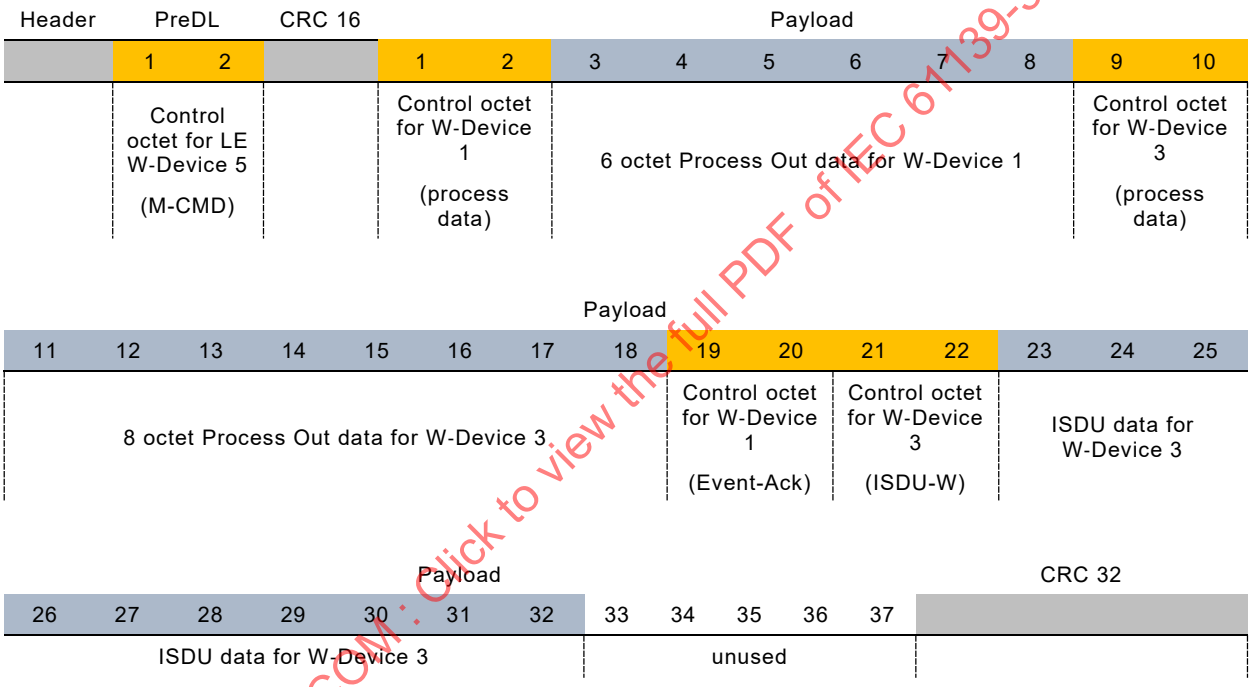


Figure A.5 – Placement of different W-Messages in a downlink

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

A.6 Example for DLink data transmission within cyclic process data and segmentation

NOTE Maximum downlink payload is 37 octets, see Figure 27. For the definition of DLink control octet (2 octet) see Figure A.4.

This example demonstrates how the W-Master sends:

- 16 octets Process Data Out to the W-Device at Slot 2 (W-Cycle = 5 ms)
- 8 octets Process Data Out to the W-Device at Slot 3 (W-Cycle = 10 ms)
- 50 octets acyclic ISDU Data to the W-Device at Slot 5 (acyclic)
- Acyclic Event acknowledge to the W-Device at Slot 3 (acyclic, see W-Sub-cycle x+8)
- PDOUT_INVALID to the W-Device at Slot 2 (acyclic, see W-Cycle x+12)

DLink for W-Cycle x:

2 Octet control octet:	Slot_N = 2; ChC = 1; FC = EOS; DLen = 15
16 Octet Data:	16 octets Process Out data following the control octet
2 Octet control octet:	Slot_N = 3; ChC = 1; FC = EOS; DLen = 7
8 Octet Data:	8 octets Process Out data following the control octet
2 Octet control octet:	Slot_N = 5; ChC = 3; FC = START; DLen = 6
7 Octet Data:	7 octets ISDU data following the control octet

DLink for W-Sub-cycle x+1:

2 Octet control octet:	Slot_N = 5; ChC = 3; FC = 1; DLen = 31
32 Octet Data:	32 octets ISDU data following the control octet

DLink for W-Sub-cycle x+2:

2 Octet control octet:	Slot_N = 5; ChC = 3; FC = 2; DLen = 10
11 Octet Data:	11 octets ISDU data following the control octet

DLink for W-Cycle x+3:

2 Octet control octet:	Slot_N = 2; ChC = 1; FC = EOS; DLen = 15
16 Octet Data:	16 octet Process Out data following the control octet
Control octet:	Slot_N = 5; ChC = 3; FC = EOS; DLen = x
Data:	No data to transmit. Only control octet is transmitted to send EOS.

DLink for W-Sub-cycle x+4: nothing to transmit

DLink for W-Sub-cycle x+5: nothing to transmit

DLink for W-Cycle x+6:

2 Octet control octet:	Slot_N = 2; ChC = 1; FC = EOS; DLen = 15
16 Octet Data:	16 octets Process Out data following the control octet
2 Octet control octet:	Slot_N = 3; ChC = 1; FC = EOS; DLen = 7
8 Octet Data:	8 octets Process Out data following the control octet

DLink for W-Sub-cycle x+7: nothing to transmit

DLink for W-Sub-cycle x+8:

Control octet:	Slot_N = 3; ChC = 4; FC = x; DLen = x
Data:	No data to transmit. Only control octet is transmitted to Event-Ack.

DLink for W-Cycle x+9:

2 Octet control octet:	Slot_N = 2; ChC = 1; FC = EOS; DLen = 15
16 Octet Data:	16 octets Process Out data following the control octet

DLink for W-Sub-cycle x+10: nothing to transmit

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

DLink for W-Sub-cycle x+11: nothing to transmit

DLink for W-Cycle x+12:

2 Octet control octet: Slot_N = 2; ChC = 2; FC = x; DLen = x

Data: No data to transmit. Only control octet is transmitted for PDOUT_INVALID.

DLink for W-Sub-cycle x+…: nothing to transmit

A.7 Examples for uplink data transmissions

A.7.1 General

Maximum uplink payload of SSlot (2 octets) see Figure 29. Maximum uplink payload of DSlot (15 octets) see Figure 30. Size of ULink control octet (1 octet) see Figure A.4.

A.7.2 DSlot W-Device sends 8 octets not segmented Process Data In to W-Master

W-Cycle x:

Control octet: ChC = 1; FC = 18 (data length = 8)

Data: 8 octets Process In data following the control octet

A.7.3 DSlot W-Device sends 32 octets segmented Process Data In to W-Master

W-Cycle x:

Control octet: ChC = 1; FC = 8 (Segment Start)

Data: 14 octet Process In data (ULink payload filled completely with control octet and data)

W-Cycle x+1:

Control octet: ChC = 1; FC = 1 (Segment Counter)

Data: 14 octets Process In data (ULink payload filled completely with control octet and data)

W-Cycle x+2:

Control octet: ChC = 1; FC = 14 (data length = 4)

Data = 4 octets Process In data. Segmented data transmission is complete.

A.7.4 SSlot W-Device responds with 3 octets segmented ISDU Data to W-Master

W-Cycle/ W-Sub-cycle x:

NOTE W-Cycle/ W-Sub-cycle x: A W-Device can send ISDU-data also in a W-Cycle, if no process data are available to send.

Control octet: ChC = 3; FC = 8 (Segment Start)

Data: 1 octet ISDU data following the control octet

W-Sub-cycle x+1:

Control octet: ChC = 3; FC = 1 (Segment Counter)

Data: 1 octet ISDU data following the control octet

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

W-Sub-cycle x+2:

Control octet: ChC = 3; FC = 2 (Segment Counter)

Data: 1 octet ISDU data following the control octet

W-Sub-cycle x+3:

Control octet: ChC = 3; FC = 9 (EOS)

Data: No data to transmit, W-Message contains the separate EOS for ISDU.

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

W-Cycle x:

NOTE If the W-Device send process data, the W-Cycle is used to transmit them. Additionally, acyclic ISDU- or Event- data can be added to fill up the ULink payload. Further, ISDU- or Event- data are transmitted in the following W-Sub-cycles, if they are not needed to retransmit process data.

Control octet: ChC = 1; FC = 14 (data length=4)

Data: 4 octets Process In data following the control octet

Control octet: ChC = 3; FC = 8 (Segment Start)

Data: 9 (15-6) octets ISDU-data (ULink payload filled up with ISDU-data)

W-Sub-cycle x+1:

Control octet: ChC = 3; FC = 1 (Segment Counter)

Data: 14 octets ISDU data (ULink payload filled completely with control octet and ISDU-data)

W-Sub-cycle x+2:

Control octet: ChC = 3; FC = 12 (data length = 2)

Data: 2 octets ISDU data

W-Cycle x+3:

Control octet: ChC = 1; FC = 14 (data length=4)

Data: 4 octets Process In data following the control octet

Control octet: ChC = 3; FC = 9 (EOS)

Data: No data to transmit, W-Message contains the separate EOS for ISDU.

W-Sub-cycle x+4: unused – no ULink to send

W-Sub-cycle x+5: unused – no ULink to send

W-Cycle x+6:

Control octet: ChC = 1; FC = 14 (data length = 4)

Data: 4 octets process data following the control octet

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

A.8 User data (PD or OD)

User data is a general term for both, Process Data and On-request Data. The length of user data can vary from 0 to 35 octets depending on the transmission direction (downlink or uplink) and the W-Device's SlotType (DSlot or SSlot). An overview of the available data types is shown in Table A.4. These data types can be arranged as records (different types) or arrays (same types).

Table A.4 – Data types for user data

Data type	Reference
BooleanT	See in IEC 61131-9:2022, F.2.2
UIntegerT	See in IEC 61131-9:2022, F.2.3.
IntegerT	See in IEC 61131-9:2022, F.2.4.
StringT	See in IEC 61131-9:2022, F.2.6.
OctetStringT	See in IEC 61131-9:2022, F.2.7.
Float32T	See in IEC 61131-9:2022, F.2.5.
TimeT	See in IEC 61131-9:2022, F.2.8.
TimeSpanT	See in IEC 61131-9:2022, F.2.9.

A.9 PDVALID PDINVALID

To support low energy W-Devices the minimization of data transmission is necessary. Due to this it is possible to exchange process data only on a change of them. If process data becomes invalid it shall not be send any more. PDx_INVALID is transmitted via AL_Control / DL_Control and the ULink control octets instead.

Table A.5 specifies the generation of PDVALID or PDINVALID.

Table A.5 – PDVALID PDINVALID

Parameter	Specification
PDIN_VALID:	With each reception of process input data from a W-Device, the W-Masters PDIN data handler generates PDIN_VALID automatically (see Table 69 MASTER-PDIn handler, T5).
PDIN_INVALID:	W-Device application sends PDIN_INVALID via AL/DL_Control and the ULink control octet to the W-Master.
PDOUT_VALID:	With each reception of process output data from W-Master, the W-Devices PDIN data handler generates PDOUT_VALID automatically (see Table 70. DEVICE-PDOut handler, T5)
PDOUT_INVALID:	W-Master application sends PDOUT_INVALID via AL/DL_Control and the DLink control octet to the W-Device.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

A.10 General structure and encoding of ISDUs

The encoding of ISDU data delivered by the ISDU handler shall be implemented equal to SDCI, see 7.4.4.

A.11 General structure and encoding of Events

A.11.1 EventQualifier

A.11.1.1 General

The structure of the EventQualifier is shown in Figure A.6.

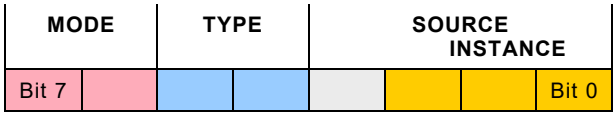


Figure A.6 – Structure of the EventQualifier

A.11.1.2 Bits 0 to 2: INSTANCE

These bits indicate the particular source (instance) of an Event thus refining its evaluation on the receiver side. Permissible values for INSTANCE are listed in Table A.6

Table A.6 – Values of INSTANCE

Value	Definition
0	Unknown
1 to 3	Reserved
4	Application
5 to 7	Reserved

A.11.1.3 Bit 3: SOURCE

This bit indicates the source of the Event. Permissible values for SOURCE are listed in Table A.7.

Table A.7 – Values of SOURCE

Value	Definition
0	W-Device (remote)
1	W-Master (local)

A.11.1.4 Bits 4 to 5: TYPE

These bits indicate the Event category. Permissible values for TYPE are listed in Table A.8.

Table A.8 – Values of TYPE

Value	Definition
0	Reserved
1	Notification
2	Warning
3	Error

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

A.11.1.5 Bits 6 to 7: MODE

These bits indicate the Event mode. Permissible values for MODE are listed in Table A.9.

Table A.9 – Values of MODE

Value	Definition
0	reserved
1	Event single shot
2	Event disappears
3	Event appears

A.11.2 EventCode

The EventCode entry contains the identifier of an actual Event. Permissible values for EventCode are listed in Annex D.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Annex B
(normative)

W-Frame Codings, CRC calculation and errors

B.1 Description of ConnectionParameter

The ConnectionParameter in Table B.1 describes a subset of parameters which are necessary for a communication in Cyclic Mode. These parameters are transmitted to the W-Device during pairing and are managed by Medium Access Layer (MAC Layer). These parameters are not accessible by application.

These parameters shall be stored in non-volatile memory if the W-Device is used as Normal-Device.

These parameters shall be stored in volatile memory only if the W-Device is used as Roaming-Device.

The parameters are listed in Table B.1.

Table B.1 – Description of ConnectionParameter

ConnectionParameter	TYPE
MasterID	5 Bit (1 to 29)
Slot_N	3 Bit (0 to 7)
Track_N	3 Bit (0 to 4)
HoppingTable	Octet String
DataSyncword	3 octets (see Table 5)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

B.2 Downlink packet encodings for Normal Operation

The Figure B.1 shows the general structure of the downlink packet of the W-Frame within a W-Sub-cycle from W-Master to W-Device. The downlink packet shall include the Pre-Downlink packet part ending with the CRC16. The remaining octets to the CRC32 reflects the payload space, which carry cyclic and acyclic data in Cyclic Mode. Unused fields shall be filled with zeros.

Table B.2 specifies the values for the MasterID. Table B.3 specifies the values for the Track_N. Table B.4 specifies the values for the normal DLink ACK (8 bit field).

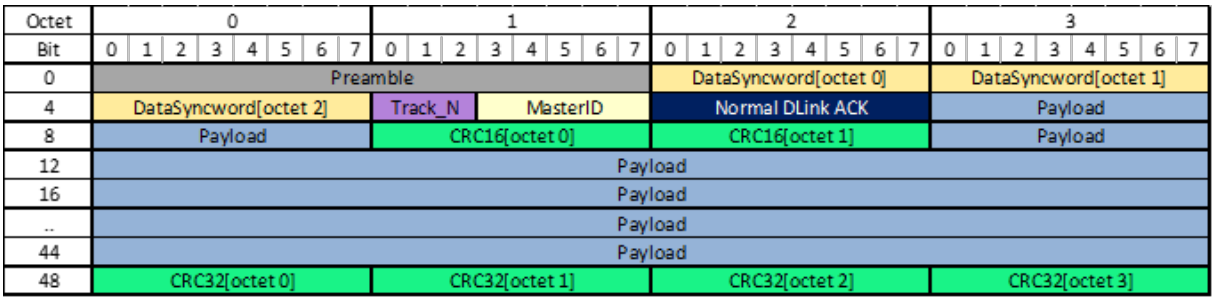


Figure B.1 – Downlink packet encodings

Table B.2 – MasterID

Value	Meaning
0, 30, 31	Invalid
1…29	Valid MasterID

Table B.3 – Track_N

Value	Meaning
0…4	Valid Track_N
5…7	Invalid

Table B.4 – Normal DLink ACK (8 bit field)

Bit	Meaning
0	Valid ACK bit for W-Device in slot 0
1	Valid ACK bit for W-Device in slot 1
2	Valid ACK bit for W-Device in slot 2
3	Valid ACK bit for W-Device in slot 3
4	Valid ACK bit for W-Device in slot 4
5	Valid ACK bit for W-Device in slot 5
6	Valid ACK bit for W-Device in slot 6
7	Valid ACK bit for W-Device in slot 7

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

B.3 Downlink packet encodings for Configuration Operation

B.3.1 General

In ServiceMode, the configuration channels are utilized to transmit configuration requests in downlink direction towards the W-Device. The ServiceMode covers Scan, Pairing and Negotiation procedures. The downlink message types listed in Table B.5 shall be implemented and used during configuration. Table B.6 specifies the values for the uplink Type. Table B.7 specifies the values for the Config Downlink ACK (1 bit). Table B.8 specifies the values for theScan DLink ACK. Table B.9 specifies the values for the Roaming Flag. Table B.10 specifies the values for the Track_N. Table B.11 specifies the values for the Slot_N.

Table B.5 – Downlink-MSG-Type coding and content (Config Mode only)

Value	Meaning	Payload Content
0x80	MSG_DLink_Pair_Button	MasterID + ULink type + ACK + Track_N, Slot_N + IMATime + Retry Count
0x90	MSG_DLink_Pair_Unique	MasterID + ULink type + ACK + Track_N, Slot_N + IMATime + Retry Count+ UniqueID
0x40	MSG_DLink_Scan_Req	MasterID + ACK + Request_N
0xA0	MSG_DLink_Pair Neg 1	MasterID + ACK + Track_N, Slot_N + Hopping Table (Part 1)
0xB0	MSG_DLink_Pair Neg 2	MasterID + ACK + Track_N, Slot_N + Hopping Table (Part 2) + Col-N

Table B.6 – Uplink Type

Value	Meaning
00	Single Slot uplink
01	Double Slot uplink

Table B.7 – Config downlink ACK (1 bit)

Value	Meaning
0	No packet received
1	Last packet received

Table B.8 – Scan DLink ACK (4 bit field, only used for Scan Request downlink)

Bit	Meaning
0	Valid ACK bit for W-Device in DSlot 0
1	Valid ACK bit for W-Device in DSlot 2
2	Valid ACK bit for W-Device in DSlot 4
3	Valid ACK bit for W-Device in DSlot 6

Table B.9 – Roaming Flag

Value	Meaning
00	Roaming not requested
01	Roaming requested

Table B.10 – Track_N

Value	Meaning
0 to 4	Valid Track_N
5 to 7	Invalid

Table B.11 – Slot_N

Value	Meaning
0 to 7	Valid Slot_N

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

B.3.2 Scan Request downlink packet

In Scan Mode and Roaming Mode, the W-Master is able to discover unpaired W-Devices. This is achieved by transmitting Scan Request packet. A Scan Request packet is shown in Figure B.2.

After receiving a Scan Request packet, W-Devices shall respond with the Scan Response uplink packet after a random number of configuration W-Sub-cycles, as described in 5.3.6.

The W-Master should transmit its MasterID, an Acknowledge for last received uplink packet, the Scan Request identifier and the consecutive number of Scan Request as Request_N in each configuration downlink packet during ServiceMode. For the acknowledgement of last received uplink packet, the W-Master transmits also the received UniqueIDs in the next configuration downlink packet.

Octet	0								1								2								3							
Bit	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
0	Preamble																ConfigSyncword[octet 0]								ConfigSyncword[octet 1]							
4	ConfigSyncword[octet 2]								Unused				MasterID				Scan DLink ACK				MSG_DLINK_type				RequestN[MSO]							
8	RequestN[LSO]								[MSO]																							
12	UniqueID of last Scan Response [DSlot0] (if ACK Bit is set, otherwise unused)																															
16	[LSO]																[MSO]															
20	UniqueID of last Scan Response [DSlot2] (if ACK Bit is set, otherwise unused)																															
24	[LSO]																								[MSO]							
28	UniqueID of last Scan Response [DSlot4] (if ACK Bit is set, otherwise unused)																															
32	[LSO]																															
36	[MSO]																															
40	UniqueID of last Scan Response [DSlot6] (if ACK Bit is set, otherwise unused)																															
44	[LSO]								unused																							
48	CRC32[octet 0]								CRC32[octet 1]								CRC32[octet 2]								CRC32[octet 3]							

Figure B.2 – Scan Request packet

B.3.3 Pairing Request downlink packet

In ServiceMode (Pairing State), the W-Master has to address a specific unpaired W-Device. Therefore, the W-Master starts the configuration process with sending Pairing Request packet. A Pairing Request packet is shown in Figure B.3. The addressed W-Device shall answer with a Pairing Response uplink packet within the same W-Sub-cycle.

Each Pairing Request packet shall contain the ID of the W-Master, requested uplink type (SSlot uplink or DSlot uplink), the Acknowledge for the last received uplink packet, the Pairing Request command, the roaming flag, the W-Device number, UniqueID, and DataSyncword.

If a W-Device receives an active Roaming Flag in a Pairing Request packet, it changes its mode to Roaming Mode. In this mode, the Pairing by Button and Re-pairing features are deactivated on the W-Device

ServiceMode supports two pairing mechanisms:

- Pairing Request by Button.
- Pairing Request by UniqueID

During Pairing Request by Button, the UniqueID shall be set to zero. In this case, the W-Master does not address the W-Device. Only the W-Device which was already set into the Pairing by Button mode shall respond on the W-Master request.

Pairing Request by UniqueID transfers the UniqueID of the W-Device the W-Master tries to pair. Pairing by UniqueID is used for two cases: pairing of the W-Device during system configuration or temporarily pairing of W-Device in Roaming Mode. Table B.12 specifies the values for the Pairing Request: Unique ID.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

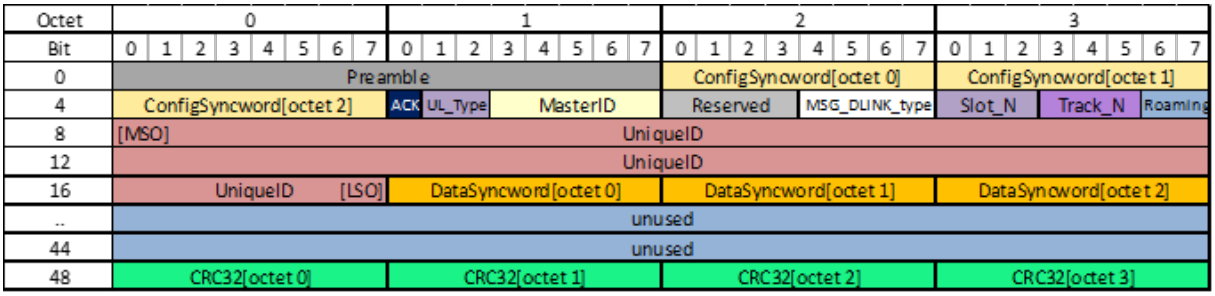


Figure B.3 – Pairing Request packet

Table B.12 – Pairing Request: Unique ID

Value	UniqueID
0x000000000000000000	Pair by Button
0x000000000000000001 to 0xFFFFFFFFFFFFFFFFFF	Pair by Unique ID

B.3.4 Pairing Negotiation downlink packet

In ServiceMode within the Pairing Procedure, the Negotiation downlink packets are used by W-Master for configuration of the W-Device. There are two mandatory consecutive Negotiation downlink packets necessary to be able to transmit frequency tables. The unused fields at the end are filled with zero. The hopping sequence itself is encoded in the given sequence of the channels, each octet reflecting a 1 MHz channel in the 2,4 GHz-ISM-Band.

Negotiation downlink packets are containing the MasterID, uplink Slot Type of the W-Device being configured, the Acknowledge of the last received uplink packet, downlink-MSG-type (MSG_DLink_Pair Neg 1 or MSG_DLink_Pair Neg 2), the Slot_N and Track_N, the actual frequency hopping table length, Next Col_N of Cyclic Mode and the frequency hopping table of Cyclic Mode. Table B.13 specifies the values for the Frequency Table length. Table B.14 specifies the values for the permitted values for HOP_N. Table B.15 specifies the coding for the HOP_N Bit coding.

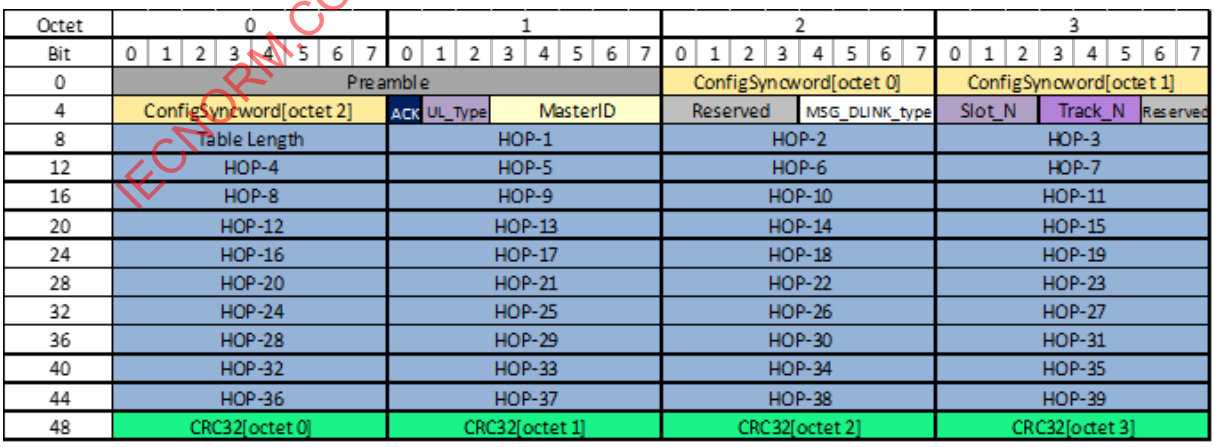


Figure B.4 – Pairing Negotiation packet type 1 => DLink-Message-Type = MSG_DLink_Pair_Neg_1

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table B.13 – Values for Frequency Table length

Value	Meaning
0 to 14, 79 to 255	Invalid
15 to 78	Valid table length

Table B.14 – Permitted Values for HOP_N

Value	Meaning
3 to 78	Valid frequency for cyclic data channel
0	End of Frequency Table Delimiter

Table B.15 – HOP_N Bit coding

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Meaning	0	HOP_N (6)	HOP_N (5)	HOP_N (4)	HOP_N (3)	HOP_N (2)	HOP_N (1)	HOP_N (0)

Octet	0								1								2								3							
Bit	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
0	Preamble																ConfigSyncword[octet 0]								ConfigSyncword[octet 1]							
4	ConfigSyncword[octet 2]								ACK	UL_Type			MasterID				Reserved				MSG_DLINK_type				Slot_N				Track_N			Reserved
8	Col_N								HOP-40								HOP-41								HOP-42							
12	HOP-43								HOP-44								HOP-45								HOP-46							
16	HOP-47								HOP-48								HOP-49								HOP-50							
20	HOP-51								HOP-52								HOP-53								HOP-54							
24	HOP-55								HOP-56								HOP-57								HOP-58							
28	HOP-59								HOP-60								HOP-61								HOP-62							
32	HOP-63								HOP-64								HOP-65								HOP-66							
36	HOP-67								HOP-68								HOP-69								HOP-70							
40	HOP-71								HOP-72								HOP-73								HOP-74							
44	HOP-75								HOP-76								HOP-77								HOP-78							
48	CRC32[octet 0]								CRC32[octet 1]								CRC32[octet 2]								CRC32[octet 3]							

Figure B.5 – Pairing Negotiation packet type 2 => DLink-Message-Type = MSG_DLink_Pair_Neg_2

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

B.4 Uplink packet encodings for Normal Operations

B.4.1 Regular Single Slot uplink packet

In Cyclic Mode, the regular uplink packet shown in Figure B.6 is used to transmit process and event data from W-Device to the W-Master. A SSlot uplink packet can handle 16 bit data payload, which can contain cyclic process data, diagnosis data or event notifications.

Octet	0								1								2								3							
Bit	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
0	Preamble																DataSyncword[octet 0]								DataSyncword[octet 1]							
4	DataSyncword[octet 2]								ACK	IMA	ABA		MasterID				Payload								Payload							
8	CRC32[octet 0]								CRC32[octet 1]								CRC32[octet 2]								CRC32[octet 3]							

Figure B.6 – Regular SSlot uplink packet

B.4.2 Regular Double Slot uplink packet

In Cyclic Mode, the regular DSlot uplink packet is used to transmit process and event data from W-Device to W-Master. Figure B.6 specifies the regular SSlot uplink packet. Table B.16 specifies the values for the uplink IMA. Table B.17 specifies the values for the uplink Alert Back Alive (ABA). Table B.18 specifies the values for the uplink ACK.

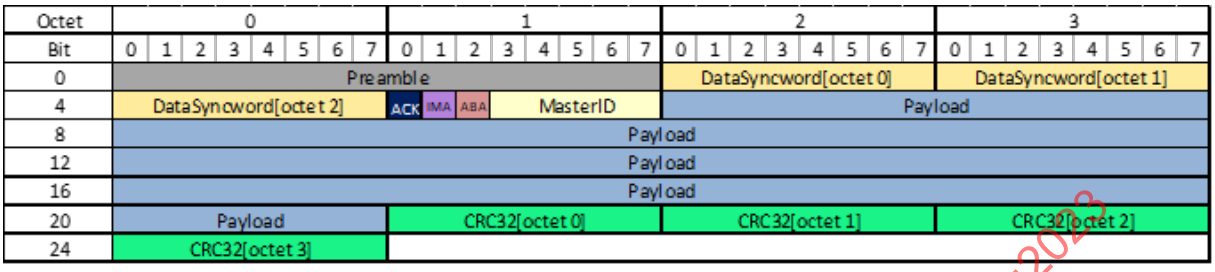


Figure B.7 – Regular DSlot uplink packet

Table B.16 – Uplink IMA

Value	Meaning
0	Normal uplink
1	IMA uplink

Table B.17 – Uplink Alert Back Alive (ABA)

Value	Meaning
0	Normal uplink
1	Device is back after a loss of communication

Table B.18 – Uplink ACK

Value	Meaning
0	No packet received
1	Last packet received

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

B.4.3 IMA uplink packet

W-Master as well as W-Device controls the time between two successive uplink packets. If this time in W-Master is greater than the defined IMA time, an Event should be initiated by the W-Master application. If this time in W-Device is greater than defined IMA time the W-Device Message handler causes an IMA packet with diagnosis data to avoid an IMA alert at the W-Master.

Depending on uplink Type, the W-Device uses an IMA DSlot uplink packet see Figure B.8 or an IMA SSlot uplink packet see Figure B.9. IMA uplink packets should contain an IMA=1 Flag, the Acknowledge for Previously received packet and diagnosis data.

Table B.19 specifies the Diagnosis encoding octet 7 (RSSI). Table B.20 specifies the Diagnosis encoding octet 8 (LQI_D).

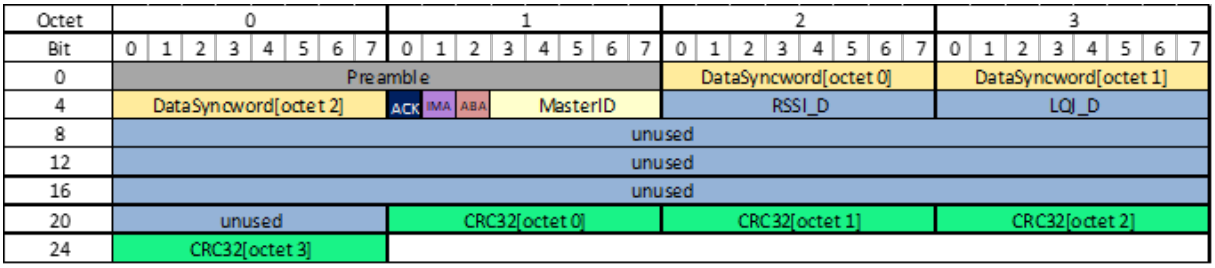


Figure B.8 – DSlot IMA-uplink packet

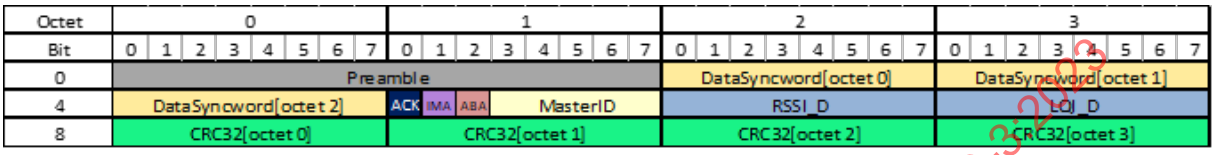


Figure B.9 – SSlot IMA-uplink packet

Table B.19 – Diagnosis encoding octet 7 (RSSI)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Meaning	RSSI_D No 7	RSSI_D No 6	RSSI_D No 5	RSSI_D No 4	RSSI_D No 3	RSSI_D No 2	RSSI_D No 1	RSSI_D No 0

Table B.20 – Diagnosis encoding octet 8 (LQI_D)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Meaning	LQI_D No 7	LQI_D No 6	LQI_D No 5	LQI_D No 4	LQI_D No 3	LQI_D No 2	LQI_D No 1	LQI_D No 0

B.5 Uplink packet encodings for Configuration Operations

B.5.1 General

In the ServiceMode the System Management, DL-A/B Message handlers are not involved in the uplink packet assembly, therefore the data flow control shall be implemented in the MAC layers of the SDCI wireless stack.

The ServiceMode itself covers Scan, Pairing and Negotiation procedures. Therefore, five message types, presented in the Uplink-MSG-Type tables, shall be implemented und used during configuration. Table B.21 shows the Uplink-MSG-Type.

Table B.21 – Uplink-MSG-Type (Config Mode only)

Value	Meaning	Payload Content
0x4	MSG_UPLINK_Scan_Resp	RevisionID + IMATime + UniqueID
0x8	MSG_UPLINK_Pair_Resp Button	RevisionID + IMATime + UniqueID
0x9	MSG_UPLINK_Pair_Resp Unique	RevisionID + IMATime + UniqueID
0xA	MSG_UPLINK_Pair_Neg_1_Resp	Response Only, (no data transfer)
0xB	MSG_UPLINK_Pair_Neg_2_Resp	Response Only, (no data transfer)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table B.22 shows the slot type in config uplink packet.

Table B.22 – Slot-Type in config uplink

Value	SlotType
00	Single Slot (SSlot)
01	Double Slot (DSlot)

Table B.23 shows the RevisionID encoding.

Table B.23 – RevisionID

Bits	Value	Meaning
0 to 3	0x0…0xF	MinorRev part of the protocol revision (see IEC 61131-9:2022, B.1.5)
4 to 7	0x0…0xF	MajorRev part of the protocol revision (see IEC 61131-9:2022, B.1.5)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

B.5.2 Scan Response uplink packet

In ServiceMode the W-Device answers to a received Scan Request packet with a Scan Response packet. A Scan Response packet as shown in Figure B.10 shall contain the MasterID received in the Scan Request packet, the uplink type, an uplink message type, the RevisionID, and its UniqueID.

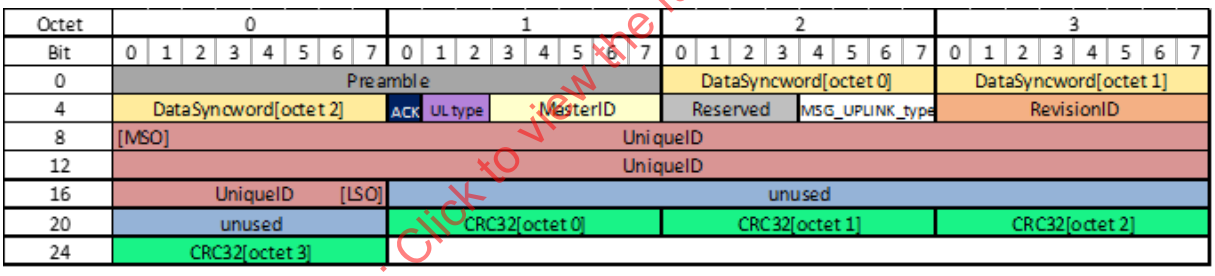


Figure B.10 – Scan Response packet

B.5.3 Pairing Response uplink packet

In ServiceMode, the W-Device shall answer to a Pairing Request downlink packet with a Pairing Response uplink packet within the same W-Sub-cycle. The W-Device shall submit the received MasterID, the uplink Type of the W-Device, the Acknowledge for the last received downlink packet, the RevisionID and the UniqueID of the W-Device as shown in Figure B.11.

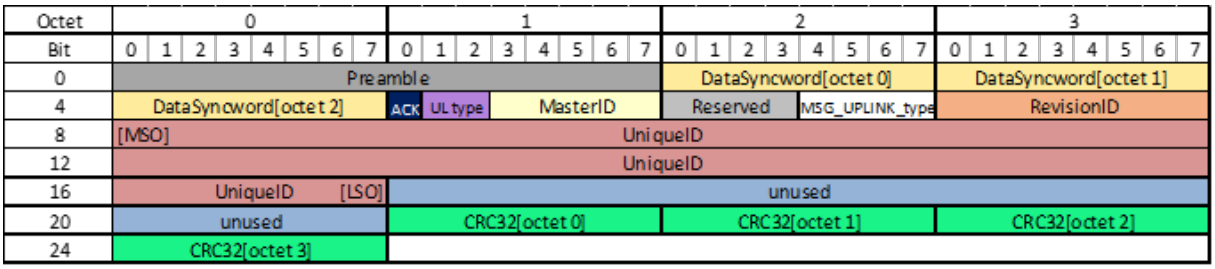


Figure B.11 – Pairing Response packet

B.5.4 Negotiation Response uplink packet

In ServiceMode, the W-Device shall respond on each Negotiation downlink packet it receives. W-Device shall submit the uplink Type of the W-Device, the Acknowledge for the last received downlink packet, MSG_UPLINK and the W-Device RevisionID as shown in Figure B.12.

Octet	0								1								2								3							
Bit	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
0	Preamble																DataSyncword[octet 0]								DataSyncword[octet 1]							
4	DataSyncword[octet 2]								ACK		UL type						MasterID								Reserved				MSG_UPLINK_type			
8	[MSO]								UniqueID																							
12	UniqueID																															
16	UniqueID							[LSO]	unused																							
20	unused								CRC32[octet 0]								CRC32[octet 1]								CRC32[octet 2]							
24	CRC32[octet 3]																															

Figure B.12 – Pairing Negotiation uplink packet

B.6 Acknowledge generation

The PL in W-Master shall generate an ACK-Bit (see Figure B.1) for each W-Device, if the W-Master received a valid uplink packet.

The PL in W-Device shall generate an ACK-Bit (see Figure B.6 and Figure B.7 if the W-Device received a valid downlink packet with data for this specific W-Device from W-Master.

In both cases: If no Acknowledge within an uplink packet is received or the uplink packet is lost or invalid (e.g. wrong CRC) a NACK (ACK-Bit = 0) is generated.

B.7 CRC16 and CRC32 calculation

The integrity of uplink and downlink transmissions shall be protected through CRC-32-AUTODIN-II (CRC32).

The integrity of Pre-Downlink packet part octets shall be protected through CRC16-CCITT (CRC16).

The CRC algorithms are defined as follows:

The CRC32 generator polynomial shall be 0x4C11DB7
($x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$)

The CRC32 calculation shall be performed across all octets except preamble and syncword. Each data octet shall enter the CRC32 calculation with least significant bit first (the same bit order as over the air transmission). The CRC32 shall be transmitted with most significant bit first, i.e. from register bit 31 to register bit 0.

Initial Value (Pre-set)

- 0xFFFFFFFF during communication on configuration channels and for cyclic downlink packet.
- 0xFFFFFFFF xor W-Device distinguish identifier (octet order MSO…LSO) for cyclic uplink packets.

The final xor (residue) during transmission: 0xFFFFFFFF

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

CRC16:

The CRC16 generator polynomial shall be 0x1021 ($x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$).

The CRC16 calculation shall be performed across the two Pre-Downlink packet part octets only and placed at its end.

Each data octet shall enter the CRC16 calculation with least significant bit first (the same bit order as over the air transmission).

The CRC16 shall be transmitted with most significant bit first, i.e. from register bit 15 to register bit 0.

Initial Value (Pre-set) 0xFFFF.

The final xor during transmission and reception 0x0000

B.8 Errors

B.8.1 General

The acknowledgement bit/bits and the checksum are two independent mechanisms to secure the data transfer.

Remedy: The W-Master or W-Device can repeat the packet for maximum 2 times (see Clause 4). DL-A/DL-B handler in W-Master or W-Devices assumes content of the payload within the next W-Sub-cycle.

B.8.2 Checksum errors

Any checksum error in a receiver suppresses its Acknowledge to the transmitter.

B.8.3 IMA timeout errors

IMA timeout errors occurs if the configured IMA time at the W-Master is exceeds.

B.8.4 False positive Error

False Positive errors occurs when interference falsifies a transmitted packet in a way the CRC and other integrity checks at the receiver cannot detect.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Annex C
(normative)

W-Device Parameter and commands

C.1 Overview

This Annex C describes and defines the parameters and commands within a W-Device. Compared to the IEC 61131-9:2022, the page communication channel is not implemented in SDCI wireless. Thus index 0 and 1 remain solely accessible using the ISDU channel. For compatibility reasons towards IEC 61131-9:2022, the memory structure of page 1 and 2 is kept. A detailed memory mapping for W-Devices can be found in Figure C.1.

The W-parameters are addressed via index 0x5000 to 0x50FF.

All other mechanisms described in the IEC 61131-9:2022 are fully supported, for a more complete description please refer to the IEC 61131-9:2022. For W-Devices, the use of profile(s) is recommended e.g. smart sensor profile and common profile, see [3].

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

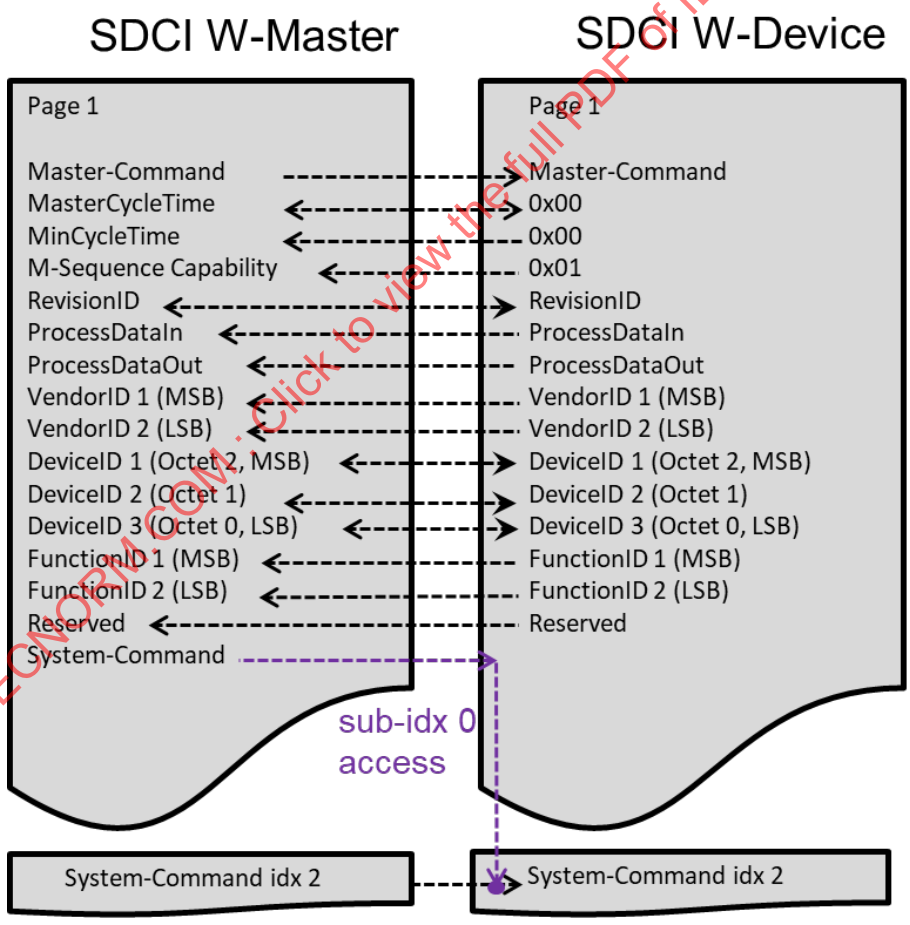


Figure C.1 – Memory mapping of the direct parameter page 1 of a W-Master with a W-Device

C.2 Direct Parameter Page 1

C.2.1 General

For compatibility reasons towards IEC 61131-9:2022, the Direct Parameter Page 1 is kept identical in its structure. This allows in the case of a W-Bridge application with a SDCI Device in most cases a straightforward mapping of the parameters, see Figure 110.

Despite having the same Direct Parameter Page structure, wired and wireless Devices differ in the following way:

- A read request on idx 0 sub-idx 0 returns the whole page 1
- A read request on idx 0 sub-idx 4 (i.e. M-SequenceCapability) returns 0xFF.
- A write request on idx 0 sub-idx 0 is ignored by the subindices which are "read-only"
- A write request on idx 0 sub-idx 10 is redirected within the Device towards idx 2.

Table C.1 specifies the Direct Parameter Page 1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table C.1 – Direct Parameter Page 1

Index	Subindex	Access	Parameter name	Description	Implementation / reference
	0x00	To read the whole Direct Parameter Page 1 in one go			
0x0000	0x01	W	MasterCommand	Master command to switch to operating states (see Note 2)	Mandatory/ See Clause C.2
	0x02	R/W	MasterCycleTime	Not used: octet has no effect, read returns 0x00	-
	0x03	R	MinCycleTime	Not used: octet is set to 0x00	-
	0x04	R	M-Sequence Capability	Not used: the octet is set to 0x01	-
	0x05	R/W	Revision ID	ID of the used RevisionID for implementation (shall be set to 0x11)	Mandatory/ see C.2.3
	0x06	R	ProcessDataIn	Number and structure of input data (Process Data from W-Device to W-Master)	Mandatory/ see C.2.4
	0x07	R	ProcessDataOut	Number and structure of output data (Process Data from W-Master to W-Device)	Mandatory/ see C.2.5
	0x08	R	VendorID (MSB)	Unique vendor identification	Mandatory/ see C.2.6
	0x09	R	VendorID (LSB)		
	0x0A	R/W	DeviceID 1 (Octet 2, MSB)	Unique Device identification allocated by a vendor	Mandatory/ see C.2.7
	0x0B	R/W	DeviceID 2 (Octet 1)		
	0x0C	R/W	DeviceID 3 (Octet 0, LSB)		
	0x0D	R	FunctionID 1 (MSB)	Reserved (Engineering shall set both octet to "0x00")	see C.2.8
	0x0E	R	FunctionID 2 (LSB)		
	0x0F	R	reserved	—	—
	0x10	—	System-Command	Not used [a)]	—

[a)] For all SDCI wireless Device SystemCommand on page 1 shall not be used, but index 2 instead.

NOTE A Read operation returns unspecified values.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

C.2.2 MasterCommand

The W-Master application is able to check the status of a W-Device or to control its behavior with the help of MasterCommands. The permissible value definitions for these parameters are specified in Table C.2.

Table C.2 – Types of MasterCommands

MasterCommand		
Value	**MasterCommand**	**Description**
0x00 to 0x5B	Reserved	
0x5C	Inactive	Switches the W-Device state machines to inactive
0x5D	PreDLink	Switches the W-Device radio to receive Pre-downlink packet part octets only
0x5E	FullDLink	Switches the W-Device radio to receive full downlink packets
0x5F	UnPairing	Unpairs the W-Device. The W-Device deletes all its W-Parameters.
0x60 to 0x95	Reserved	
0x96	DeviceIdent	Start check of Direct Parameter Page for changed entries
0x97	DeviceStartup	Switches the W-Device from OPERATE or PREOPERATE to STARTUP
0x98	Reserved	
0x99	DeviceOperate	Process output data invalid or not available. Switches the W-Device from STARTUP or PREOPERATE to OPERATE
0x9A	DevicePreoperate	Switches the W-Device from STARTUP to state PREOPERATE
0x9B to 0xEF	Reserved	
0xF0 to 0xFE	Jump (Broadcast)	Triggers a countdown starting with the value of last 4 bits (14 to 0) for updating the hopping table to new values.
0xFF	WakeUp	Set low energy W-Device WakeUpTimer to 0.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

C.2.3 Revision ID

Identical to IEC 61131-9:2022, B.1.5.

The RevisionID numbers of the wired and wireless are independent. This revision of the standard specifies RevisionID 1.1 (i.e. RevisionID=0x11).

C.2.4 ProcessDataIn

Identical to IEC 61131-9:2022, B.1.6.

Since wireless devices do not provide a switching signal SIO mode is not supported. Therefore bit 6 in ProcessDataIn structure shall be set to 0.

C.2.5 ProcessDataOut

Identical to IEC 61131-9:2022, B.1.7.

C.2.6 VendorID

Identical to IEC 61131-9:2022, B.1.8.

C.2.7 DeviceID

Identical to IEC 61131-9:2022, B.1.9.

C.2.8 FunctionID

Identical to IEC 61131-9:2022, B.1.10

C.2.9 SystemCommand

See in IEC 61131-9:2022, B.2.2.

C.3 Direct Parameter Page 2

ISDU support is mandatory for W-Devices therefore, the Direct Parameter Page 2 shall not be used by W-Devices.

C.4 SDCI wireless specific parameters

C.4.1 Overview

SDCI wireless makes use of the same predefined device parameter as standard SDCI Devices according to IEC 61131-9. Nevertheless, in order to store the wireless specific parameters, new indices have been predefined. Figure C.2 shows the Index space for ISDU data objects.

Table C.3 specifies the Index assignment of data objects (W-Device parameter).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

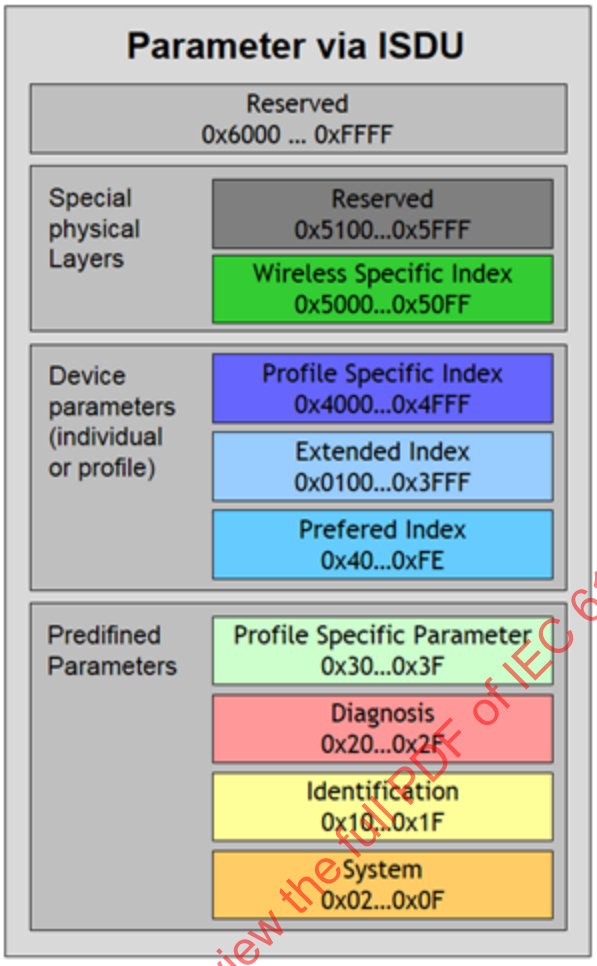


Figure C.2 – Index space for ISDU data objects

Table C.3 – Index assignment of data objects (W-Device parameter)

Index (dec)	Object name	Access	Length	Data type	M/O/C	Remark
0x0000 (0)	Page 1	R/W		RecordT	M	See Table C.1
0x0001 (1)	Page 2	R/W		RecordT	O	ISDU support is mandatory for W-Devices therefore, the Direct Parameter Page 2 shall not be used by W-Devices.
0x0002 (2)	SystemCommand	W	1 octet	UIntegerT	M	See IEC 61131-9
0x0003... 0x0014 (3 to 20)	Similar to SDCI	—	—	—	—	See IEC 61131-9
0x0015 (21)	SerialNumber	R	Maximum 16 octets	StringT	M	Vendor specific serial number (similar to SDCI)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Index (dec)	Object name	Access	Length	Data type	M/O/C	Remark
0x0016… 0x4FFF (22 to 20 479)	Similar to SDCI					See IEC 61131-9
0x5000 (20 480)	WDeviceMode	R	1 octet	UIntegerT	M	See C.4.3
0x5001 (20 481)	WirelessSystemMgmt	R	9 octets	RecordT	M	See C.4.4
0x5002 (20 482)	WirelessSystemCfg	R/W	4 octets	RecordT	M	See C.4.4
0x5003 (20 483)	WirelessQuality	R	2 octets	RecordT	C	See C.4.8
0x5004 (20 484)	WBridgeInfo	R	12 octets	RecordT	C	See C.4.8.2 C.4.9
0x5005 (20 485)	WRadioInfo	R	12 octets	RecordT	M	See C.4.8.2
0x5006 (20 486)	AdaptiveHopTable	W	82 octets	RecordT	M	See C.4.10
0x5007 (20 487)	WCycleTime	R/W	4 octets	RecordT	M	See C.4.12
0x5008 to 0x50FF (20 488 to 20 735)	Reserved	—	—	—	—	—
0x5040 to 0x50FF (20 544 to 20 735)	Wireless Vendor Specific Index	—	—	—	—	Specific to Radio Vendor
0x5100 to 0xFFFF (20 736 to 65 535)	Similar to IEC 61131-9	—	—	—	—	See IEC 61131-9
Key M = Mandatory; O = optional; C = conditional						

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

C.4.2 SystemCommand

The ISDU Index 0x0002 shall be used to receive SystemCommands. Any received commands shall be acknowledged. A positive Acknowledge indicates the complete and correct finalization of the requested command. A negative Acknowledge indicates the command cannot be executed or terminated with an error.

Implementation of the SystemCommand feature is mandatory. The coding of SystemCommand is specified in IEC 61131-9:2022, B.2.2.

C.4.3 WDeviceMode

This index range stores the mode of a W-Device, see Table C.4

Table C.4 – WDeviceMode

Value	Mode
0	INACTIVE
1	STARTUP
2	IDENT_STARTUP
3	IDENT_CHANGE
4	PREOPERATE
5	OPERATE

C.4.4 Wireless System

C.4.4.1 Wireless system index range and assignments

This index range stores all the WirelessSystemMgmt and WirelessSystemCfg parameters of a W-Device. Table C.5 specifies the wireless system index assignments.

Table C.5 – Wireless system index assignments

Index	Subindex	Access	Parameter name	Coding	Data type
0x5001	0x00	Gives access to the whole index			
	0x01	R	UniqueID	See C.4.4.2	OctetStringT9
0x5002	0x00	Gives access to the whole index			
	0x01	R/W	IMATime(Time Base)	See C.4.4.3	UIntegerT8
	0x02	R/W	IMATime (Multiplier)	See C.4.4.3	UIntegerT8
	0x03	R/W	MaxRetry	See C.4.4.4	UIntegerT8
	0x04	R/W	TxPower	See C.4.4.5	UIntegerT8

C.4.4.2 UniqueID

This mandatory parameter consists of the 2 octets manufacturer distinguishing VendorID (MSO) followed by the 3 octets DeviceID and a 4 octets device distinguishing identifier (LSO). The Device Distinguishing ID shall be a unique value for every sample of all W-Devices produced by that vendor. It is in the responsibility of the vendor to maintain that number space or its computation algorithm. Figure C.3 shows the UniqueID octet mapping.

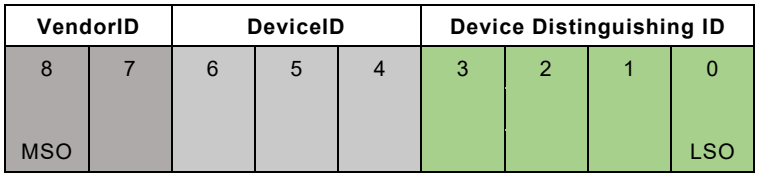


Figure C.3 – UniqueID octet mapping

The UniqueID is either stored in non-volatile memory of the W-Device during production of the device sample or generated in the W-Device during startup.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

The vendor should keep a clear relationship between the SerialNumber and the UniqueID of a W-Device. It is highly recommended that the Device Distinguishing ID is derived from the SerialNumber or vice versa.

C.4.4.3 IMATime

The IMA ("I am alive") time is a mandatory W-Parameter. IMATime is system and W-Device specific. Device manufacturer shall submit the maximal and minimal IMA times for each W-Device. (i.e. as mapped parameter in the W-Device itself). This information can be used by W-Master during configuring of the W-Device for performance optimization.

In Normal mode, W-Master and W-Device control the time between two successive uplink messages of each W-Device. If there are no other messages to transmit, the W-Device shall send an IMA message before IMA time will be reached. If IMA time is exceeded on W-Master, a communication error shall be reported via system management and a failsafe may be performed by the application.

The minimum IMA time is dependent of the number of MaxRetry. Therefore, the minimum IMA time shall be calculated shown in Table C.6.

Table C.6 – Minimum and maximum IMA time

Parameter	IMA time
Minimum IMA time	W-Sub-cycle duration [ms] × (MaxRetry + 1)
Maximum IMA time	Limited to 10 minutes

The IMA time encoding is shown in Table C.7.

Table C.7 – IMA time encoding

Octet 0 (Subindex 0x01)	Octet 1 (Subindex 0x02)
Time Base encoding See Table C.8	Multiplier Permitted values: 1 to 255

A value of 0x01 means that the W-Device stays always on. Table C.8 specifies the time value encoding table for the IMATime.

Table C.8 – Time value encoding table for the IMATime

Time base encoding	Time Base Value	Conversion to W-Sub-cycles	Remark
0x00	—	—	Reserved
0x01	1,664 ms	1	Limits see Table C.6
0x02	5 ms	3	
0x03	1 s	600	
0x04	1 minute	36,000	
0x05 …0xFF	—	—	Reserved

The IMATime value is calculated by multiplying the "time base" with the "multiplier".

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

C.4.4.4 MaxRetry

This index stores the maximal number of retries. The minimum and default value is 0x02, thus one primary transmission and 2 retries. Table C.9 specifies the value for the maximal number of retries.

Table C.9 – Value for the maximal number of retries

Value	Remark
0x00, 0x01	Reserved
0x02	2 retries
0x03	3 retries
0x04	4 retries
…	…
0x1F	31 retries
0x20 …0xFF	Reserved

C.4.4.5 TxPower

This parameter stores the currently used transmission power. The transmission power is encoded in predefined power levels whose values shall be defined in the vendor's documentation. If those values are not otherwise specified, the values Table C.10 are valid. If the requested power value is not support by the radio, the later shall round the Tx Power value to the closest matching one and correct the stored value accordingly. The corrected value replaces then the original value.

Table C.10 – TxPower parameter

TxPower	Predefined Power Level	Values [dBm]
0x00	—	Reserved
0x01	Level 1	-20
0x02	Level 2	-19
…	…	…
0x14	Level 20	0
…	…	…
0x0F	Level 30	9
0x1F	Level 31	10
0x20 – 0xFF	—	Reserved

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

C.4.5 WRadioInfo

This index range stores all the information related to the radio hardware and software installed on the W-Device. Table C.11 specifies the radio manufacturer identification information.

Table C.11 – Radio manufacturer identification information

Index	Subindex	Access	Parameter name	Coding	Data type
0x5005	0x00	Gives access to the whole index			
	0x01	R	RadioVendorID	similar to VendorID	OctetStringT2
	0x02	R	RadioModuleID	vendor specific	OctetStringT2
	0x03	R	RadioHWRevision	vendor specific	OctetStringT4
	0x04	R	RadioSWRevision	vendor specific	OctetStringT4

NOTE RadioVendorIDs are assigned by the IO-Link community.

C.4.6 ISDU Mapping for system management

The Table C.12 shows which ISDU indexes shall be forwarded by the ISDU handler to the system management. To get WirelessQuality values the W-Device SM forwards the read request to the W-Device service PL_QualityService. These indexes are system-internals and are not used in DataStorage.

Table C.12 – ISDU indexes for system management

Index	Object name
0x0000	Page 1
0x5001	WirelessSystemMgmt
0x5002	WirelessSystemCfg
0x5003	WirelessQuality
0x5004	WBridgeInfo
0x5005	WRadioInfo
0x5006	AdaptiveHopTable
0x5007	WCycleTime

These indexes are used for private exchanges between the W-Master and the W-Device; the W-Master shall block any write access request from a gateway application to this Index.

C.4.7 SerialNumber

This mandatory parameter shall contain a unique vendor specific code for each individual W-Device. It is a read-only object of data type StringT with a maximum fixedLength of 16. This real SerialNumber (RSN) can be used by the Application for compatibility checks against a configured SerialNumber (CSN) provided by the application, depending on the InspectionLevel (IL).

In case the vendor does not maintain a separate number space for the SerialNumber, the UniqueID shall be converted to StringT representation and used as SerialNumber.

C.4.8 Wireless Quality

C.4.8.1 General

This index range stores all the information related to the quality of the wireless connection of the W-Device. This parameter is not used by low energy W-Devices, see C.4.11. Table C.13 specifies the WirelessQuality index assignments.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table C.13 – WirelessQuality index assignments

Index	Subindex	Access	Parameter name	Coding	Data type
0x5003	0x00	Gives access to the whole index			
	0x01	R	LQI_D	See C.4.8.2.	UIntegerT8
	0x02	R	RSSI_D	See C.4.8.3.	IntegerT8

C.4.8.2 Link quality indication (LQI)

This index parameter stores statistical data about the reliability of the radio transmission for this W-Device. The method used for the calculation of the LinkQuality LQI is described in 5.5.6.1. Table C.14 specifies the LQI parameter.

Table C.14 – LQI parameter

LQI	Values
0x00	0 %
0x01	1 %
0x02	2 %
…	…
0x64	100 %
0x65 – 0xFE	Reserved
0xFF	INVALID

C.4.8.3 Received Signal Strength Indication (RSSI)

This parameter stores the RSSI as specified in Table C.15.

Table C.15 – RSSI parameter

RSSI	Description
-128 to 20	1 Octet (IntegerT) Range: -128 ≤ N ≤ +20 Units: dBm
+127	INVALID This value (0x81) shall be transmitted, if the RSSI is not available or not supported by a W-Master or W-Device
21 to 126	Reserved

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

C.4.9 W-Bridge Information

This index range WBridgeInfo stores the parameters used in a W-Bridge configuration. This index is mandatory for W-Bridge. BDeviceID, BVendorID and BFunctionID are similar to DeviceID, VendorID and FunctionID and refer to the W-Bridge, not the connected SDCI Device. Table C.16 specifies the W-Bridge information index assignments.

Table C.16 – W-Bridge information index assignments

Index	Subindex	Access	Parameter name	Coding	Data type
0x5004	0x00	Gives access to the whole index			
	0x01	R	BDeviceID	Octet 1: DeviceID 1 (MSB) Octet 2: DeviceID 2 Octet 3: DeviceID 3(LSB)	OctetStringT3
	0x02	R	BVendorID	Octet 1: VendorID 1 (MSB) Octet 2: VendorID 2(LSB)	OctetStringT2
	0x03	R	BFunctionID	Octet 1: FunctionID 1 (MSB) Octet 2: FunctionID 2(LSB)	OctetStringT2
	0x04	R	BDevice DistinguishingID	Octet 1: DeviceD_ID1 (MSB) Octet 2: DeviceD_ID 2 Octet 3: DeviceD_ID 3 Octet 4: DeviceD_ID4(LSB)	OctetStringT4
	0x05	R	ConnectionStatus	0x00: No Device connected 0x10: Device connected	UIntegerT8

C.4.10 AdaptiveHopTable

This index range AdaptiveHopTable stores the values for the updated hopping sequence, see Clause H.4. Table C.17 specifies the update hopping table index assignments.

Table C.17 – Update hopping table index assignments

Index	Subindex	Access	Parameter name	Data type
0x5006	0x00	Gives access to the whole index		
	0x01	W	WakeUpTime	3 octets
	0x02	W	UpdateType	Octet
	0x03	W	Index	Octet
	0x04	W	Frequency value	OctetString

C.4.11 Blocked ISDU indexes for low energy W-Device

Table C.18 shows which ISDU indexes shall be blocked by the W-Master for read or write when a low energy W-Devices is connected to this W-Port.

Table C.18 – Blocked ISDU indexes for low energy W-Device

Index	Object name
0x5003	WirelessQuality

C.4.12 WCycleTime

This index range stores all the information related to the WMasterCycleTime and WMinCycleTime of the W-Device. Table C.19 shows the WCycleTime information.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table C.19 – WCycleTime information

Index	Subindex	Access	Parameter name	Coding	Data type
0x5007	0x00	Gives access to the whole index			
	0x01	R	WMinCycleTimeOut	See Figure C.4	Octet
	0x02	R	WMinCycleTimeIn	See Figure C.4	Octet
	0x03	R/W	WMasterCycleTimeOut	See Figure C.4	Octet
	0x04	R/W	WMasterCycleTimeIn	See Figure C.4	Octet

The WMasterCycleTime is a W-Master parameter and sets up the actual cycle time of a particular W-Port.

The WMinCycleTime is a W-Device parameter to inform the W-Master about the shortest cycle time supported by this W-Device.

The structure of these two parameters is shown in Figure C.4.

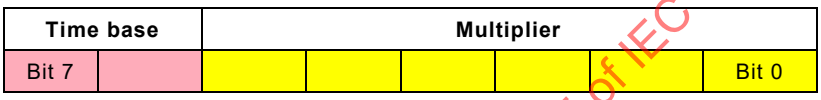


Figure C.4 – WMasterCycleTime and WMinCycleTime

Bits 0 to 5: Multiplier

These bits contain a 6-bit multiplier for the calculation of WMasterCycleTime or WMinCycleTime. Permissible values for the multiplier are 0 to 63.

Bits 6 to 7: Time Base

These bits specify the time base for the calculation of WMasterCycleTime or WMinCycleTime.

The permissible combinations for time base and multiplier are listed in Table C.20 along with the resulting values for WMasterCycleTime or WMinCycleTime.

Table C.20 – Possible values of WMasterCycleTime and WMinCycleTime

Time base encoding	Time Base value	Calculation	Cycle Time
00	—	—	FreeRunning
01	5 ms (3 W-Sub-Cycles)	Multiplier × Time Base	5 ms to 315 ms (3 to 189 W-Sub-Cycles)
10 to 11	Reserved	Reserved	Reserved
NOTE For W-Devices and W-Bridges, the minimum possible transmission time is 5 ms.			

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Annex D
(normative)

EventCodes

D.1 General

The concept of Events is defined in IEC 61131-9:2022, 7.3.8.1, general structure and encoding of Events in IEC 61131-9:2022, Clause A.6 and IEC 61131-9:2022, Table D.1 lists the specified EventCode identifiers and their definitions.

An EventCode identifies an actual incident. The EventCodes are created by the technology specific Device application (instance = APP).

D.2 EventCodes for W-Devices

The Event Codes in in IEC 61131-9:2022, Table D.1 are also valid for W-Devices.

Table D.1 lists the additional EventCode identifiers and their definitions.

Table D.1 – EventCodes for W-Devices

Incident [a]	Origin	Instance	Name	EventCode	Action	Remark
D_IOLW_Retry_Error	REMOTE	APP	D_IOLW_RETRY_ERROR	0xFFB9	—	See Clause 11
HMI button pressed	REMOTE	APP		0xFFB1		
[a] All Events are of StatusCode type 2 (with details), EventQualifier type "Notification", EventQualifierMode "Single-shot".						

D.3 EventCodes for W-Ports

The Event Codes in IEC 61131-9:2022, Table D.2 shall apply for W-Ports. Table D.2 lists the additional EventCode identifiers and their definitions.

Table D.2 – EventCodes for W-Ports

Incident [a]	Origin	Instance	Name	EventCode	Action	Remark
M_IOLW_Retry_Error	LOCAL	APP	M_IOLW_RETRY_ERROR	0x3000	—	See Clause 11
IOLW_IMATimeout	LOCAL	APP	IOLW_IMATIMEOUT	0x3001	—	See Clause 11
IOLW_UniqueID_Changed	LOCAL	APP	IOLW_UNIQUEID_CHANGED	0x3002	—	
Reserved	LOCAL	APP		0x3003-0x3FFF		
[a] All Events are of StatusCode type 2 (with details), EventQualifier type "Notification", EventQualifierMode "Single-shot".						

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Annex E
(normative)

Coding of ArgBlocks

E.1 Overview Arg Blocks

E.1.1 General

ArgBlock types and their ArgBlockIDs are defined in Table E.1.

Table E.1 – ArgBlock types and their ArgBlockIDs

ArgBlock type	ArgBlockID	Definition	Used by SMI_ services
MasterIdent	0x0001	IEC 61131-9:2022, Clause E.2	SMI_MasterIdentification (see IEC 61131-9:2022, 11.2.4)
WMasterConfigList	0x0200	See E.1.4	SMI_WMasterConfiguration (see IEC 61131-9:2022, 11.2.5) SMI_ReadBackWMasterConfiguration (see IEC 61131-9:2022, 11.2.6)
PDIn	0x1001	IEC 61131-9:2022, Clause E.10	SMI_PDIn (see IEC 61131-9:2022, 11.2.17)
PDOut	0x1002	IEC 61131-9:2022, Clause E.11	SMI_PDOut (see IEC 61131-9:2022, 11.2.18)
PDInOut	0x1003	IEC 61131-9:2022, Clause E.12	SMI_PDInOut (see IEC 61131-9:2022, 11.2.19)
On-requestData	0x3000	IEC 61131-9:2022, Clause E.5	SMI_DeviceWrite (see IEC 61131-9:2022, 11.2.10)
	0x3001		SMI_DeviceRead (see IEC 61131-9:2022, 11.2.11)
DS_Data	0x7000	IEC 61131-9:2022, Clause E.6	SMI_DSToParServ (see IEC 61131-9:2022, 11.2.8) SMI_ParServToDS (see IEC 61131-9:2022, 11.2.9)
DeviceParBatch	0x7001	IEC 61131-9:2022, Clause E.7	SMI_ParamWriteBatch (see IEC 61131-9:2022, 11.2.12) SMI_ParamReadBatch (see IEC 61131-9:2022, 11.2.13)
IndexList	0x7002	IEC 61131-9:2022, Clause E.8	SMI_ParamReadBatch (see IEC 61131-9:2022, 11.2.13)
WPortPairing	0x7200	See E.1.6	SMI_WPortPairing
WPortConfigList	0x8200	See E.1.2	SMI_PortConfiguration (see IEC 61131-9:2022, 11.2.5) SMI_ReadBackPortConfiguration (see IEC 61131-9:2022, 11.2.6)
WScanConfigList	0x8201	See E.1.7	SMI_WScan
WPortStatusList	0x9200	See E.1.3	SMI_PortStatus (see IEC 61131-9:2022, 11.2.7)
WScanStatusList	0x9201	See E.1.8	SMI_WScanStatus
WTrackStatusList	0x9202	See E.1.5	SMI_WTrackStatus
WQualityStatusList	0x9203	See E.1.9	SMI_WQualityStatus
DeviceEvent	0xA000	IEC 61131-9:2022, Clause E.15	SMI_DeviceEvent (see IEC 61131-9:2022, 11.2.14)
PortEvent	0xA001	IEC 61131-9:2022, Clause E.16	SMI_PortEvent (see IEC 61131-9:2022, 11.2.16)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ArgBlock type	ArgBlockID	Definition	Used by SMI_ services
VoidBlock	0xFFF0	IEC 61131-9:2022, Clause E.17	SMI service management
JobError	0xFFFF	IEC 61131-9:2022, Clause E.18	SMI service management

E.1.2 WPortConfigList

Table E.2 specifies the WPortConfigList.

Table E.2 – WPortConfigList

Octet Offset	Element Name	Definition	Data Type	Values
0	ArgBlockID	Unique ID	Unsigned16	0x8200
2	PortMode	This element contains the TargetMode of the W-Device 0: Deactivated 52: Cyclic AutoPairing 53: Cyclic 54: Roaming AutoPairing 55: Roaming	Unsigned8	
3	Validation&Backup	See Table E.3 in IEC 61131-9:2022	Unsigned8	
4	Reserved	(I/Q behavior in SDCI)	Unsigned8	0
5	Reserved	(PortCycleTime in SDCI)	Unsigned8	0
6	VendorID	See Table E.3 in IEC 61131-9:2022	Unsigned16	1 to 0xFFFF
8	DeviceID	See Table E.3 in IEC 61131-9:2022	Unsigned32	1 to 0xFFFFFF
12	Slot_N	Slot number of the W-Device	Unsigned8	0 to 7
13	Track_N	W-Track number of the W-Device	Unsigned8	1 to NumOfTracks
14	DeviceTxPower	Transmission power of the W-Device	Unsigned8	1 to 0x1F
15	MaxRetry	Number of Retries for process data	Unsigned8	2 to 0x1F
16	IMATime Base	IMA timeout base	Unsigned8	1 to 0x04
17	IMATime Multi	IMA timeout multiplier	Unsigned8	1 to 0xFF
18	SlotType	0: SSLOT 1: DSLOT	Unsigned8	0 to 0x01
19	LowEnergyDevice	0: Low Energy disabled 1: Low Energy enabled	Unsigned8	0 to 0x01
20	MaxPDSegLength	Maximum process data output segment length	Unsigned8	0 to 0x20
21	WMasterCycleTimeOut	See C.4.12		
22	WMasterCycleTimeIn	See C.4.12		
23	UniqueID	Unique identifier of the W-Device	OctetString[9]	0x000000000000000000 to 0xFFFFFFFFFFFFFFFFFF

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

E.1.3 WPortStatusList

Table E.3 specifies the WPortStatusList ArgBlock.

Table E.3 – WPortStatusList

Octet Offset	Element Name	Definition	Data Type	Values
0	ArgBlockID	Unique ID	UINT16	0x9200
2	PortStatusInfo	See in IEC 61131-9:2022, Table 120 with a new value10: Pairing Fault	Unsigned8	0 to 0xFF
3	PortQualityInfo	See in IEC 61131-9:2022, Table E.4	Unsigned8	—
4	RevisionID	See in IEC 61131-9:2022, Table E.4	Unsigned8	0 to 0xFF
5	Reserved	(TransmissionRate in SDCI)	Unsigned8	—
6	Reserved	(MasterCycleTime in SDCI)	Unsigned8	—
7	InputDataLength	See in IEC 61131-9:2022, Table E.4	Unsigned8	0 to 0x20
8	OutputDataLength	See in IEC 61131-9:2022, Table E.4		0 to 0x20
9	VendorID	See in IEC 61131-9:2022, Table E.4	Unsigned16	1 to 0xFFFF
11	DeviceID	See in IEC 61131-9:2022, Table E.4	Unsigned32	1 to 0xFFFFFF
15	WMasterCycleTimeOut	See C.4.12	Unsigned8	
16	WMasterCycleTimeIn	See C.4.12	Unsigned8	
17	Number of Diags	This element contains the number x of diagnosis entries (DiagEntry 0 to DiagEntry x)	Unsigned8	0 to 0xFF
18	DiagEntry0	This element contains the "EventQualifier" and "EventCode" of a diagnosis (Event). See IEC 61131-9:2022, B.2.21 for coding and how to deal with "Event appears / disappears".	Struct Unsigned8/16	—
21	DiagEntry1	Further entries up to x if applicable…	…	—

E.1.4 WPortStatusList WMasterConfigList

Table E.4 specifies the WMasterConfig.

Table E.4 – WMasterConfigList

Octet Offset	Element Name	Definition	Data Type	Values
0	ArgBlockID	Unique ID	Unsigned16	0x0200
2	WMasterID	Master identifier for connection with W-Devices	Unsigned8	1 to 0x1D
3	Advanced Connectivity	Enable bit per functionality.	Unsigned16	Bit0 – AHT Bit[1:15] – Reserved
5	BlockList	Disabled frequencies, bit per frequency.	OctetString[10]	0x0000 0000 0000 0000 0000 to 0x7FFF FFFF FFFF FFFF FFFE
15	PairingTimeout	Timeout for pairing by BUTTON / UNIQUE in [s]	Unsigned8	5 to 0xFF

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Octet Offset	Element Name	Definition	Data Type	Values
16	Reserved	—	Unsigned8	—
17	ServiceTrackN	W-Track number used for service requests (Scan/Pairing/Roaming). Service W-Track shall be enabled, if at least another W-Track is enabled.	Unsigned8	0 to 0x05
18	ServiceTrackMode	Mode of service W-Track 0: CYCLIC 1: ROAMING	Unsigned8	0 to 0x01
19	NumberOfTracks	Number of W-Tracks of a W-Master	Unsigned8	Number_Of_Tracks
20	Track1TxPower	Transmission power of the W-Track	Unsigned8	0: Disabled 1 to 0x1F
…				
19+N	TrackNTxPower	Transmission power of the W-Track	Unsigned8	0: Disabled 1 to 0x1F

E.1.5 WTrackStatusList

Table E.5 specifies the WTrackStatusList ArgBlock. The actual length of the structure depends of the number of W-Tracks a master has. If only a single W-Track status is requested, Track0 is the requested W-Track.

Table E.5 – WTrackStatusList

Octet Offset	Element Name	Definition	Data Type	Values
0	ArgBlockID	Unique ID	Unsigned16	0x9202
2	Track1Mode	0 = DEACTIVATED 1 = CYCLIC 2 = ROAMING 3 = SCAN 4 = PAIRING	Unsigned8	0 to 0x04
3	Track1TxPower	W-Track transmission power	Unsigned8	1 to 0x1F
…				
2+2×(N-1)	TrackNMode	0 = DEACTIVATED 1 = CYCLIC 2 = ROAMING 3 = SCAN 4 = PAIRING	Unsigned8	0 to 0x04
3+2×(N-1)	TrackNTxPower	W-Track transmission power	Unsigned8	1 to 0x1F

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

E.1.6 WPortPairing

Table E.6 specifies the WPortPairing ArgBlock.

Table E.6 – WPortPairing

Octet Offset	Element Name	Definition	Data Type	Values
0	ArgBlockID	Identifier of the Argument Block	Unsigned16	0x7200
2	Pairing Command	0 = Unpairing 1 = PairingUnique 2 = PairingButton	Unsigned8	0 to 0x02

E.1.7 WScanConfigList

Table E.7 specifies the WScanConfigList ArgBlock.

Table E.7 – WScanConfigList

Octet Offset	Element Name	Definition	Data Type	Values
0	ArgBlockID	Identifier of the Argument Block	Unsigned16	0x8201
2	TxPower	Scan Transmission power	Unsigned8	1 to 0x1F
3	ScanBehavior	0: Scan Status needs to be polled by client with WScanStatus service. 1: Each Result is indicated by WScanStatus initiated by the WMaster as broadcast message. 2: Final Result is indicated by WScanStatus initiated by the WMaster as broadcast message.	Unsigned8	0 to 0x02

E.1.8 WScanStatusList

Table E.8 specifies the WScanStatusList ArgBlock. The list is cleared if a new scan is triggered. It wraps around on overflow in Roaming Mode.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table E.8 – WScanStatusList

Octet Offset	Element Name	Definition	Data Type	Values
0	ArgBlockID	Identifier of the Argument Block	Unsigned16	0x9201
2	ScanStatus	Scan status 0: No Scan was performed yet 1: Scan in progress 2: Scan ended 3 to 255: Reserved	Unsigned8	0 to 0x02
3	ScanResults	Number of Scan Results	Unsigned8	0 to 0xFF
4	Res1SlotType	Slot type of the first Scan result	Unsigned8	0 to 0x01
5	Res1UniqueID	UniqueID of the first Scan result	OctetString[9]	
14	Res1RevID	RevisionID of the first Scan result	Unsigned8	
…				
4+11×(N-1)	ResNSlotType	Slot type of the last ScanResult	Unsigned8	0 to 0x01
5+11×(N-1)	ResNUniqueID	UniqueID of the last ScanResult	OctetString[9]	
14+11×(N-1)	ResNRevID	RevisionID of the last Scan result	Unsigned8	

E.1.9 WQualityStatusList

Table E.9 specifies the WMasterStatusList ArgBlock. If quality status of only one port was requested, then only the first 6 octets are returned, otherwise the quality status of all ports are returned (ArgBlock length: 2 + 4*N).

Table E.9 – WQualityStatusList

Octet Offset	Element Name	Definition	Data Type	Values
0	ArgBlockID	Unique ID	Unsigned16	0x9203
2	Port 1 LQI_M	LQI calculated by W-Master	Unsigned8	0 to 100
3	Port 1 RSSI_M	RSSI measured by W-Master	Signed8	-128 to 20
4	Port 1 LQI_D	LQI calculated by W-Device	Unsigned8	0 to 100
5	Port 1 RSSI_D	RSSI measured by W-Device	Signed8	-128 to 20
…				
2+4×(N-1)	Port N LQI_M	LQI calculated by W-Master	Unsigned8	0 to 100
3+4×(N-1)	Port N RSSI_M	RSSI measured by W-Master	Signed8	-128 to 20
4+4×(N-1)	Port N LQI_D	LQI calculated by W-Device	Unsigned8	0 to 100
5+4×(N-1)	Port N RSSI_D	RSSI measured by W-Device	Signed8	-128 to 20

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Annex F
(normative)

Data Types

This Annex F refers to IEC 61131-9:2022, Annex F, which specifies basic and composite data types. Examples demonstrate the structures and the transmission aspects of data types for singular use or in a packed manner.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Annex G
(normative)

Device design rules for low energy W-Devices

G.1 Low energy W-Devices

G.1.1 General

For the design of low energy W-Devices, the following support is given by this specification to minimize power consumption.

G.1.2 Low voltage design

To minimize dissipation loss within the W-Device circuitry, the power supply voltage should be chosen as low as possible.

G.1.3 Event triggered activation

To minimize transmitter activity, an uplink packet is only transmitted when the W-Device has new data to report, or the IMA-timer has expired.

G.1.4 Long IMATime

To minimize both receiver and transmitter activity, the maximum configurable IMATime should be chosen as long as possible.

G.1.5 Pre-Downlink

The Pre-Downlink mechanism is used to minimize the radio-on time to save power. A switch to full downlink mechanism can be necessary on low energy W-Devices for a higher amount of data e.g., a parameter write.

To minimize receiver activity for synchronization, a W-Device should receive only the Pre-Downlink packet part, provided that no new data is send to the W-Device.

G.1.6 W-Master not reachable

A W-Device that has lost connectivity to its W-Master and could not resynchronize should stop listening by issuing SM_SetDeviceMode(IDLE) until e.g. the next IMA time cycle has expired or when an event at the W-Device occurs, e.g. the button on the W-Device has been pressed by the operator.

G.1.7 Quick Synchronization

To minimize receiver activity for synchronization after a longer IMA sleep period, a W-Device listens on its assigned frequency according to the hopping sequence within an uncertainty window. To minimize the worst-case resynchronization time, the usage rate of a certain frequency within the hopping table could be increased. This frequency channel shall then be used by the W-Device for the resynchronization procedure. The W-Device shall analyze its hopping table and use the most used frequency channel for resynchronization purposes.

G.1.8 Establish communication

After waking up a sleeping low energy W-Device (see 10.11.3.2) a paired W-Device starts to synchronize to the W-Master, respectively an unpaired W-Device is waiting for a Master Request, see 5.7.1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

To minimize the power consumption the W-Device should go back to sleep after the recommended power on time, see Table G.1 .

Therefore, the application has to start or stop the radio via SM_SetDeviceMode.

Table G.1 – Recommended power on time

Parameter	On time	Power
Synchronization	270 ms	2 × 80 W-Sub-cycle
Scan	300 ms	50 ms + 30 × 5 W-Sub-cycle
Pairing by Button Pairing by UniqueID	200 ms	See Table H.7 .

G.1.9 HMI sleep

A low energy W-Device should deactivate the visual indication after a W-Device specific timeout (e.g. 5 min) for power saving reasons.

By pressing the pairing button or by receiving a "WinkOn" SystemCommand, the visual indication shall be activated until the W-Device specific timeout exceeds. After receiving the "WinkOff" SystemCommand the visual indication shall signal the W-Device state defined in Table 128 for the remaining W-Device specific timeout.

G.2 Battery lifetime calculation

The Equation (G.1) and Equation (G.2) provides support for a rough estimation of battery lifetime for a W-Device.

$$T_{\text{batt}} = \frac{Q_{\text{batt}} \times \frac{1}{24\,\text{h}} \times \frac{1}{365\,\text{d}}}{\frac{(12{,}5\,\text{ms} + 0{,}416\,\text{ms}) \times I_{\text{receive}} + (0{,}2\,\text{ms}) \times I_{\text{transmit}} + (T_{\text{sleep}} + 0{,}208\,\text{ms} + 0{,}632\,\text{ms}) \times I_{\text{sleep}}}{12{,}5\,\text{ms} + 0{,}416\,\text{ms} + 0{,}2\,\text{ms} + 0{,}208\,\text{ms} + 0{,}208\,\text{ms} + 0{,}632\,\text{ms} + T_{\text{sleep}}}} \quad \text{(G.1)}$$

where the definitions of the variables are given in Table G.2.

The term $(12{,}5\,\text{ms} + 0{,}416\,\text{ms}) \times I_{\text{receive}}$ corresponds to 12,5 ms synchronization phase and 0,416 ms reception phase, the term $(0{,}2\,\text{ms}) \times I_{\text{transmit}}$ corresponds to 0,2 ms transmitting phase and the term $(T_{\text{sleep}} + 0{,}208\,\text{ms} + 0{,}632\,\text{ms}) \times I_{\text{sleep}}$ corresponds to 0,208 ms Tx to Rx change phase, 0,632 ms inactive phase and application specific sleeping phase.

Thus:

$$T_{\text{batt}} = \frac{Q_{\text{batt}} \times \frac{1}{24\,\text{h}} \times \frac{1}{365\,\text{d}}}{\frac{(12{,}9\,\text{ms}) \times I_{\text{receive}} + (0{,}2\,\text{ms}) \times I_{\text{transmit}} + (T_{\text{sleep}} + 0{,}84\,\text{ms}) \times I_{\text{sleep}}}{14{,}0\,\text{ms} + T_{\text{sleep}}}} \quad \text{(G.2)}$$

where the definitions of the variables are given in Table G.2.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table G.2 lists typical values for calculation.

Table G.2 – Values for calculation

Factor	Unit	Description	Typical value
T_{batt}	[years]	Calculated battery lifetime in years	8 years
Q_{batt}	[Ah]	Capacity of the battery	1.2 Ah
T_{sleep}	[seconds]	Average sleeping time between two active phases	10 s
I_{sleep}	[µA]	Current drain when transceiver is inactive	2 µA
$I_{transmit}$	[mA]	Avg. current drain when transceiver is in transmitting mode	9 mA
$I_{receive}$	[mA]	Avg. current drain when transceiver is in receiving mode	6 mA

The above formula is based on the following assumptions.

The W-Device is only active, while sending or receiving data. While a physical transceiver chip isn't able to turn on and off immediately before/after its real active time, a tolerance of about 3 % to 5 % should be considered regarding the battery lifetime for this point.

An amount of 46 channels is used for the hopping table.

No retries have been used during the data transfer. In an ambient with no excessive RF-disturbances, this should be near to the real-world scenario.

The synchronization process will take an average of 12,5 ms, before the W-Device is able to communicate with the W-Master again after a long (e.g. some minutes) sleep phase. This estimation is based on an average of 7,5 Sub-Cycles required for the synchronization.

The formula further is based on the SDCI wireless specification regarding timing values. The Equation (G.1) and Equation (G.2) are based on the SDCI wireless specification regarding timing values.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Annex H
(normative)

Frequency Hopping Calculation

H.1 Blocklisting

Blocklisting is a mechanism to avoid on air collision with other wireless systems, such as WLAN. Conventional Bluetooth cannot be blocklisted, because it is an uncoordinated frequency hopper. The blocklist itself uses eighty 1 MHz wide frequency channels. Table H.1 specifies the frequency channels for possible blocklisting.

Table H.1 – Overview frequency channels for blocklisting

Octet	0 (MSO)								1							
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
Channel number n	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65
Permitted value	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

....

Octet	8								9 (LSO)							
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
Channel number n	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Permitted value	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1	0

x can be 0 or 1:

1 means frequency channel is blocklisted

0 means frequency channel is not blocklisted

The minimum number of allowed channels (x = 0) in the range of channel 3 to 78 shall be according to the Equation (H.1).

$$minimum\ number\ of\ allowed\ channels = max(15\ ,\ Number_Of_Tracks \times Frequency_Spacing) \quad \text{(H.1)}$$

where

minimum number of allowed channels is the minimum number of allowed channels (x = 0);

Number_Of_Tracks is the number of (activated) W-Tracks;

Frequency_Spacing is the minimal frequency distance between different W-Tracks of a W-Master.

NOTE For an explanation, see 5.5.2.

The blocklisting examples described here are focused on WLAN according to IEEE Std 802.11, [23] for the 2,4 GHz ISM band, which supports 13 different, overlapping 22 MHz frequency blocks. Each blocklisted WLAN channel shall be mapped to the blocklist format described in Table H.2. The frequency blocks used by SDCI wireless for blocklisting are shown in Table H.2. The configuration channels 2 401 MHz and 2 480 MHz cannot be blocklisted.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table H.2 – Frequency table for WLAN channels

WLAN channels	Centre frequency (MHz)	Occupied frequencies (MHz)
1	2 412	2 401 to 2 423
2	2 417	2 406 to 2 428
3	2 422	2 411 to 2 433
4	2 427	2 416 to 2 438
5	2 432	2 421 to 2 443
6	2 437	2 426 to 2 448
7	2 442	2 431 to 2 453
8	2 447	2 436 to 2 458
9	2 452	2 441 to 2 463
10	2 457	2 446 to 2 468
11	2 462	2 451 to 2 473
12	2 467	2 456 to 2 478
13	2 472	2 461 to 2 483

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

H.2 Creation of frequency hopping table HT01 with blocklisting

H.2.1 General

The creation of the frequency hopping table HT01 is divided into seven steps:

(i) Create an array with all available frequency channels within the 2,4 GHz ISM frequency band.

(ii) Find all blocklisted channels according to the provided blocklist and remove them from the frequency array.

(iii) Perform a circular shift of the array depending on MasterID in order to randomize the starting frequency. CircularShift(array, MasterID).

(iv) Discover the permutation index P. The permutation index is the greatest prime number that is smaller or equal to the length of an array created in the previous step:

```
for (index = 0: length(primes_array)-1)
 if (prime_array(index) <= length(array)) then
    P = prime_array(index);
 end if;
end for;
```

(v) Calculate a Sequence number N in according to the MasterID

```
if ((MasterID % 2 )== 0) then
   N = int16((P-1)/2) + (MasterID/2);
else
   N = int16((P-1)/2) - ((MasterID - 1)/2);
end if;
```

(vi) Create a Matrix with the possible frequencies, for all available W-Tracks (Number_Of_Tracks). Thereby the frequency spacing should be taken into account.

```
Possible_Freq_Matrix = zeros(Number_Of_Tracks,length(array));
for (index = 0:length(array)-1)
     for (index_track = 0: (Number_Of_Tracks -1))
Possible_Freq_Matrix (index_track,index) = array(((index +
(Spacing*index_track)) % length(array)));
       end for;
end  for;
```

(vii) Generate frequency hopping table from frequency matrix. Selecting of the appropriate frequency shall be performed using of Sequence number N and Prime index P as follows.

```
For (index = 0:(P-1))
    Sequence_index = (N * index) % P;
for (index_track = 0: (Number_Of_Tracks -1))
       Frequency_Table(index_track, index) =
              Possible_Freq_Matrix(index_track, Sequence_index)
   end for;
 end for;
```

If no permutation is created, a different MasterID shall be selected.

H.2.2 Example with 2 WLAN Channels

MasterID = 10;

Number_Of_Tracks = 5;

Spacing = 3;

Primes = [2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79]

BlockList = [0x40 00 00 00 FF FF FE 7F FF FE] (See Table H.3, Figure H.1)

The configuration channels shall not be blocklisted.

The influence of the given blocklist on the whole 2,4 GHz ISM Spectrum is demonstrated in Figure H.1. If the blocklist is used the occupied frequencies given in are not used.

Table H.3 lists the occupied frequencies in this example. Table H.4 provides the Frequency Table for 5 W-Tracks.

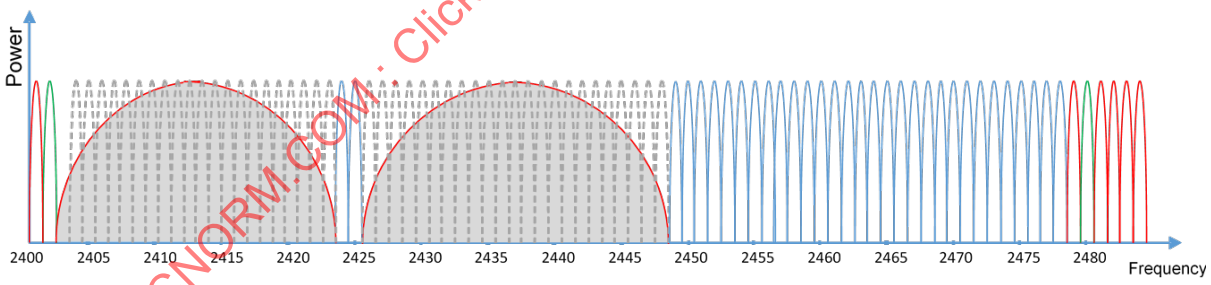


Figure H.1 – Blocklisting of 2 WLAN channels in 2,4GHz ISM Band

Table H.3 – WLAN channels 1 and 6 blocklisting example

Blocklisted WLAN channels	Center Frequency (MHz)	Occupied frequencies (MHz)
1	2 412	2 401 to 2 423
6	2 437	2 426 to 2 448

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Calculating a frequency table using a given data:

Steps (i) and (ii): Find all not blocklisted channels, create an array:

array = {

2424 2425 2449 2450 2451 2452 2453 2454 2455 2456 2457 2458 2459 2460 2461 2462 2463 2464 2465 2466 2467 2468 2469 2470 2471 2472 2473 2474 2475 2476 2477 2478}

Step (iii): Circular Shift; shift length = 10:

array = {

2469 2470 2471 2472 2473 2474 2475 2476 2477 2478 2424 2425 2449 2450 2451 2452 2453 2454 2455 2456 2457 2458 2459 2460 2461 2462 2463 2464 2465 2466 2467 2468}

Step (iv): Find Permutation index P:

Length(array) = 32

P = max(Primes <= 32) = 31.

Step (v): Calculate a Sequence number N in consideration of the MasterID

mod((MasterID),2) = mod(10,2) = 0 =>

N = ((P-1) / 2) + (MasterID / 2) = (31-1 / 2) + (10/2) = 20

Step (vi and vii): Generate the Frequency table using Frequency matrix, the Permutation Index and a Sequence number.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table H.4 – Frequency Table for 5 W-Tracks

Frequency																
Track 1	2469	2457	2478	2466	2455	2476	2464	2453	2474	2462	2451	2472	2460	2449	2470	2458	…
Track 2	2472	2460	2449	2469	2458	2424	2467	2456	2477	2465	2454	2475	2463	2452	2473	2461	…
Track 3	2475	2463	2452	2472	2461	2450	2470	2459	2425	2468	2457	2478	2466	2455	2476	2464	…
Track 4	2478	2466	2455	2475	2464	2453	2473	2462	2451	2471	2460	2449	2469	2458	2424	2467	…
Track 5	2449	2469	2458	2478	2467	2456	2476	2465	2454	2474	2463	2452	2472	2461	2450	2470	…

…

Frequency																
Track 1	…	2424	2467	2456	2477	2465	2454	2475	2463	2452	2473	2461	2450	2471	2459	2425
Track 2	…	2450	2470	2459	2425	2468	2457	2478	2466	2455	2476	2464	2453	2474	2462	2451
Track 3	…	2453	2473	2462	2451	2471	2460	2449	2469	2458	2424	2467	2456	2477	2465	2454
Track 4	…	2456	2476	2465	2454	2474	2463	2452	2472	2461	2450	2470	2459	2425	2468	2457
Track 5	…	2459	2424	2468	2457	2477	2466	2455	2475	2464	2453	2473	2462	2451	2471	2460

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

H.2.3 Example with one WLAN channel

MasterID = 9;

Number_Of_Tracks = 1;

Spacing = 3;

Primes = [2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79]

BlockList = [0x40 00 00 00 FF FF FE 00 00 02] (See Table H.5 and Figure H.2)

The influence of the given blocklist on the whole 2,4GHz ISM Spectrum is demonstrated in Figure H.2. If the blocklist is used the occupied frequencies given in Table H.5 shall be omitted.

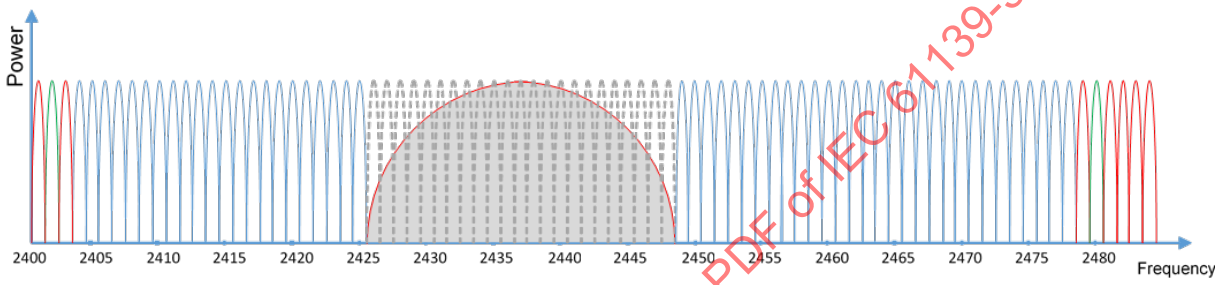


Figure H.2 – Blocklisting of one WLAN channel in 2,4 GHz ISM Band

Table H.5 – WLAN Channel 1 Blocklisting example

Blocklisted WLAN channels	Center Frequency (MHz)	Occupied frequencies (MHz)
6	2 437	2 426 to 2 448

Calculating a frequency Table using a given data

Steps (i)+(ii): Find all not blocklisted channels, create an array:

array = {

2403 2404 2405 2406 2407 2408 2409 2410 2411 2412 2413 2414 2415 2416 2417 2418 2419 2420 2421 2422 2423 2424 2425 2449 2450 2451 2452 2453 2454 2455 2456 2457 2458 2459 2460 2461 2462 2463 2464 2465 2466 2467 2468 2469 2470 2471 2472 2473 2474 2475 2476 2477 2478}

Step (iii): Circular Shift; shift size = 9:

array = {

2470 2471 2472 2473 2474 2475 2476 2477 2478 2403 2404 2405 2406 2407 2408 2409 2410 2411 2412 2413 2414 2415 2416 2417 2418 2419 2420 2421 2422 2423 2424 2425 2449 2450 2451 2452 2453 2454 2455 2456 2457 2458 2459 2460 2461 2462 2463 2464 2465 2466 2467 2468 2469}

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Step (iv): Find Permutation index P:

Length(array) = 53

P = max(Primes <= 53) = 53.

Step (v): Calculate a Sequence number N in consideration of the MasterID

mod((MasterID),2) = mod(9,2) = 1 =>

N = ((P-1) / 2) – ((MasterID -1) / 2) = ((53-1) / 2) – ((9-1)/2) = (52/2) – (8/2) = 26 – 4 = 22

Step (vi and vii): Create a Matrix with the possible frequencies respecting the frequency spacing. Table H.6 shows the result.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table H.6 – Frequencies Table for 1 W-Track

	Frequency																
Track 1	2470	2416	2461	2407	2452	2474	2420	2465	2411	2456	2478	2424	2469	2415	2460	2406	…

…

	Frequency																
Track 1	…	2451	2473	2419	2464	2410	2455	2477	2423	2468	2414	2459	2405	2450	2472	2418	…

…

	Frequency																
Track 1	…	2463	2409	2454	2476	2422	2467	2413	2458	2404	2449	2471	2417	2462	2408	2453	…

…

	Frequency							
Track 1	…	2475	2421	2466	2412	2457	2403	2425

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

H.3 Modified Sequence for ServiceMode

As stated in 5.5.4 "Configuration Channel", the ServiceMode shall also utilize the configuration frequencies during the SDCI wireless installation phase, for W-Device exchange in exceptionally cases or permanently for roaming. The ServiceMode is called in case of an adding of the W-Device (PL_Pairing.req) or invoking a scanning on the W-Devices in neighborhood (PL_Scan.req).

In W-Master and W-Device the ServiceMode frequency hopping table is implemented by the temporal exchange of a frequency in the normal frequency hopping table every 5th W-Sub-cycle with a configuration frequency. Therefore, one of the configuration frequencies 1 (2 401 MHz) and 80 (2 480 MHz) shall be used every 5th W-Sub-cycle in an alternating manner on the W-Master side. In order to ensure the reception of the configuration telegrams, the configuration frequencies shall switch every 10th W-Sub-cycle on the W-Device side. This frequency alternation is implemented using a so called column counter (Col_N) of the hopping frequencies in the frequency hopping table, which will switch to one of the alternating configuration frequencies (see Figure H.3).



Figure H.3 – Usage of the configuration frequencies

Figure H.3 shows an example of Track_0 in ServiceMode. In this W-Track, every 5th W-Sub-cycles is substituted by a configuration W-Sub-cycle, the four others remain as regular cyclic data W-Sub-cycles. Besides the content, the carrier frequency in every 5th column in the frequency hopping table is alternately substituted with one of the configuration frequencies.

Configuration W-Sub-cycles are replacing time slots of the regular W-Sub-cycles, thus consuming transmission capacity on the expense of randomly selected slots, which can statistically reduce the guaranteed communication availability of these affected slots.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

The modification of the frequency hopping table has only a temporary effect for Scan Mode and Pairing Mode. The maximum activation time of the ServiceMode on the W-Master side is given by the timeouts configured for Scan and Pairing procedures. For scan and pairing procedure on the W-Device, the default activation time is given by the values in Table H.7 . The W-Device shall leave the ServiceMode directly after the exchange of the ConnectionParameter.

Table H.7 – Timeouts for ServiceMode

Timeouts	W-Master	W-Device
SCAN_TIMEOUT	5 s	-
PAIRING_UNIQUE_TIMEOUT	5 s	200 ms
PAIRING_BUTTON_TIMEOUT	minimal 5 s	200 ms

H.4 Adaptive Hopping Table

Adaptive Hopping Table (AHT) enables to update the hopping table per W-Track in a W-Master and its corresponding W-Devices. The frequency channels are monitored in the W-Master SM AHT handler and if an update is decided then the update data is sent to W-Devices via ISDU. For a W-Track with low energy W-Devices the AHT will invoke a wake-up sequence to synchronize a deterministic time when all W-Devices are listening, see Figure H.4. W-Master can then trigger a countdown via MasterCommand to all updated W-Devices to synchronize a switch to the new hopping table values, see Figure H.5. The support of this function is mandatory for a W-Device and optional for a W-Master.

This includes:

- PL_SetHopTable
- PL_GetHopTable
- PL_SetWakeUpTime
- PL_WakeUpTime
- PL_AHTStatus
- PL_CmdTrig
- DL Cmd handler – states 3 to 7 and all their related transitions
- SM AHT Handler – all states and transitions

Hopping table calculations other than HT01 are reserved for future versions. Therefore, only the update of a FULL_TABLE (see Table H.8) is allowed.

Table H.8 shows the update types, index and data types used by PL_SetHopTable service. The Data values contain the new frequencies of the hopping table which are restricted according to the Blocklist.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Table H.8 – AHT UpdateType

UpdateType Value	UpdateType Name	Description	Set Frequency Index to	Frequency value DataType
0	FULL_TABLE	Replace all frequencies of the hopping table, see Table H.6.	0	OctetString
1	DELETE_CELL	Deletes a frequency from the hopping table according to index. Index x deletes HOP-x. All Indexes from x+1 shall be shifted down by 1.	1 to 78	—
2	ADD_CELL	Adds a frequency to the hopping table. Index x adds HOP-x. All Indexes from x shall be shifted up by 1.	1 to 78	1 octet
3	REPLACE_CELL	Replace a frequency in the hopping table, index x replaces HOP-x frequency.	1 to 78	1 octet

Figure H.4 shows an example for using MCmd(WakeUp) in combination with MCmd(Jump) to set a new hopping table. This figure describes the timeline view for WakeUp of several W-Devices and synchronizing the switch of the hopping table to all W-Devices in the W-Track.

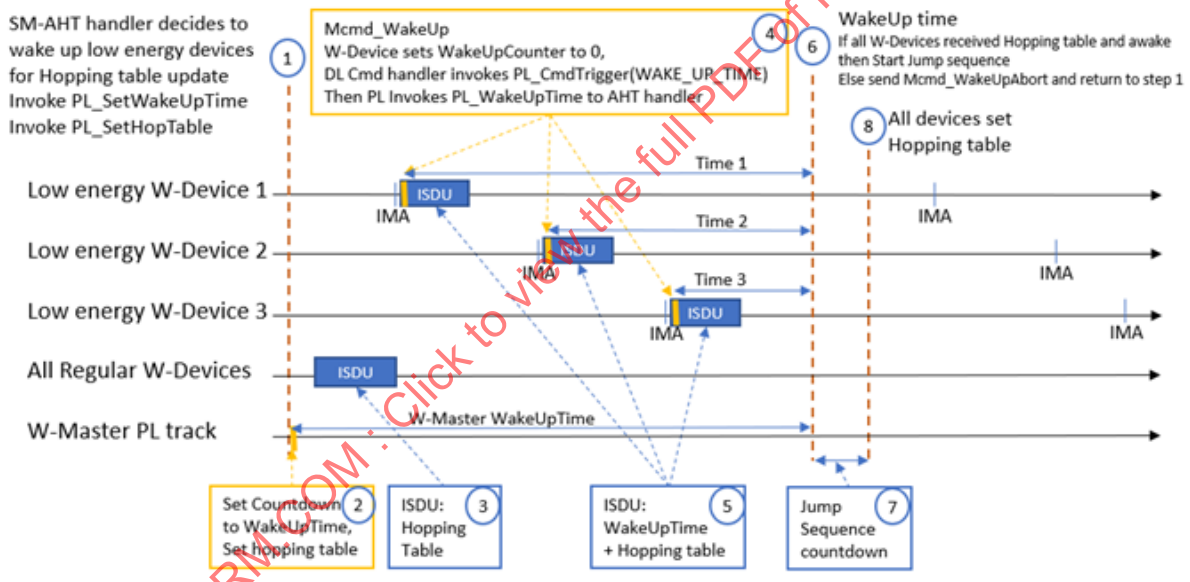


Figure H.4 – Changing Hopping Table synchronization timeline

Figure H.5 shows the sequence of WakeUp of low energy W-Device.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

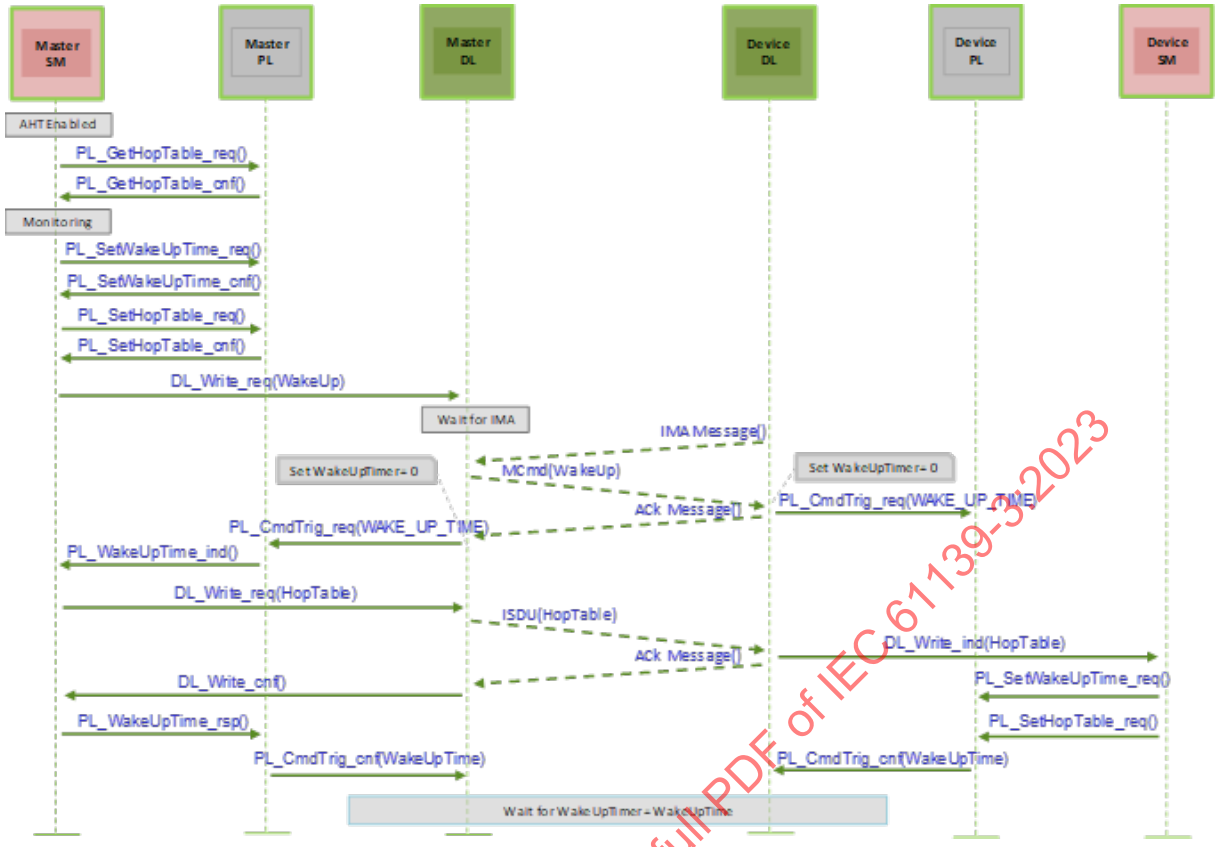


Figure H.5 – AHT WakeUp sequence

Figure H.6 shows the Jump sequences.

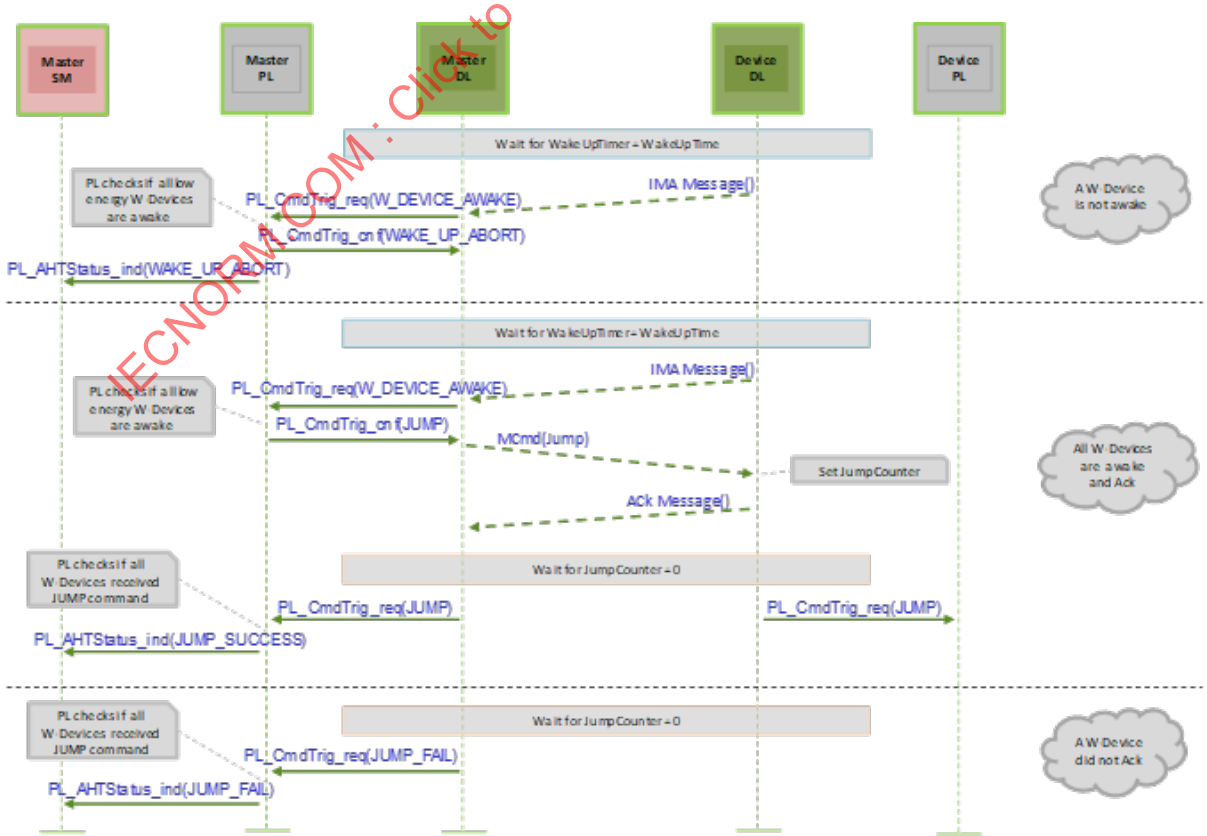


Figure H.6 – AHT Jump sequence

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Annex I
(normative)

How to get a certified product

I.1 General

In order to get a certified SDCI wireless product, different testing and certification aspects shown in Clauses I.2 and I.3 shall be considered.

I.2 Radio Certification

To satisfy the legal jurisdiction under which the wireless equipment shall be used, the locally valid regulatory compliance rules for wireless equipment shall be fulfilled. Currently relevant regulations are outlined in more detail in Annex I "Regulatory Compliance".

I.3 IO-Link Certification

Compliance to this document shall be documented with a manufacturer self-declaration and associated test reports for the specific product, containing the aspects of both protocol conformity and performance conformity.

The required testing procedures and recommended test lab services towards the testing references will also be described in the separate IO-Link Wireless Test Specification, see [5].

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Annex J
(normative)

Regulatory Compliance

J.1 General

This Annex J provide requirements for compliance of Devices according to this document operating in the 2,4 GHz ISM band with several regulatory standards. For operation in the United States, FCC 15.247 shall be met (see Clause J.2). Additional requirements apply in Europe, which can be met by complying with FCC 15.247 in combination with harmonized standards ETSI EN 300 328 (see Clause J.3) and ETSI EN 300 440 (see Clause J.4).

It is generally recommended to handle the regulatory standards in a similar approach as the Bluetooth low Power Special Interest Group has outlined in [7] ("Bluetooth Low Energy Regulatory Aspects").

Additionally, ETSI Guide EG 203 367 contains guidance information in assessing conformity against the essential requirements of the Radio Equipment Directive 2014/53/EU (RED) for the combination of radio and non-radio products as well as the integration of several radios into a single equipment.

NOTE In this Annex J, the terms "devices" and "equipment" are used synonymously and refer to electronics with radios operating according to the appropriate standard.

J.2 Compliance with FCC 15.247

To comply with FCC 15.247, the manufacturer should declare SDCI wireless equipment according to FCC §15.247-a2 as "systems using digital modulation", where "the minimum 6 dB bandwidth shall be at least 500 kHz". This requires static testing at the relevant frequency channels (typically band edges and center channel) while frequency hopping algorithms are not subject of compliance testing procedures according to ETSI EN 300 328.

J.3 Compliance with ETSI EN 300 328

The ETSI EN 300 328 is listed as a harmonized standard under the Radio Equipment Directive 2014/53/EU.

To comply with ETSI EN 300 328, the manufacturer should declare its SDCI wireless equipment as utilizing "other types of Wide Band modulation" with "RF Output power is less than 10 dBm e.i.r.p." and being a "non-adaptive equipment".

The limit of 10 dBm shall apply for any combination of power level and intended antenna assembly. If more than one W-Track (antenna) is used in a Device, all W-Tracks are sharing the 10 dBm. For example, 3 dBm per W-Track are permitted in case of five W-Tracks.

The required test suites shall be carried out and compliance declared for the relevant technical requirements see ETSI EN 300 328.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

J.4 Compliance with ETSI EN 300 440

The ETSI EN 300 440 is listed as a harmonized standard under the Radio Equipment Directive 2014/53/EU.

To comply with ETSI EN 300 440, the manufacturer should declare its SDCI wireless equipment as "Non-specific short-range device" restricted to a "Maximum radiated peak power (e.i.r.p.)" of "10 mW e.i.r.p." The e.i.r.p. is defined as the "maximum radiated power of the transmitter and its antenna", thus antenna gains better than 0 dBi require an adequate power adjustment.

The required test suites shall be carried out and compliance declared for the relevant technical requirements; see ETSI EN 300 440 and ETSI EG 203 367.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Annex K
(informative)

Radio field planning

K.1 General

This Annex K explains in a highly simplified and abbreviated form how to estimate the range and reliability of a SDCI wireless system. For simplification, some assumptions (e.g. no interferers, etc.) are made.

K.2 Range and reliability examination

K.2.1 General

Typically, the sensitivity is specified as the minimum receive power required to achieve a certain bit error probability (BEP), for example 10^{-3}. In Figure K.1 and Figure K.2, the BEP as a function of received power is exemplarily shown for two example chips, based on theoretical assumptions. Figure K.1 shows interpolated measurements. Figure K.2 shows theoretically values derived from previous measurements.

Sensitivity EXAMPLE CHIP 1

BEP = 1×10^{-3} => sensitivity level -91 dBm

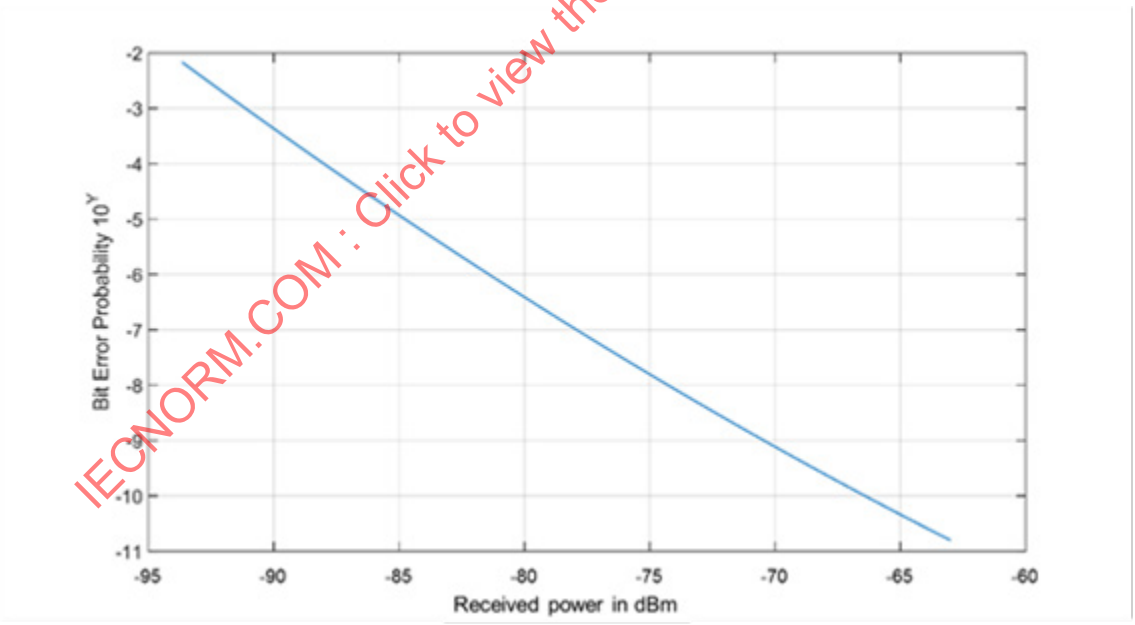


Figure K.1 – BEP over received power EXAMPLE CHIP 1

Sensitivity EXAMPLE CHIP 2

BEP = 1×10^{-3} => sensitivity level -94 dBm

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

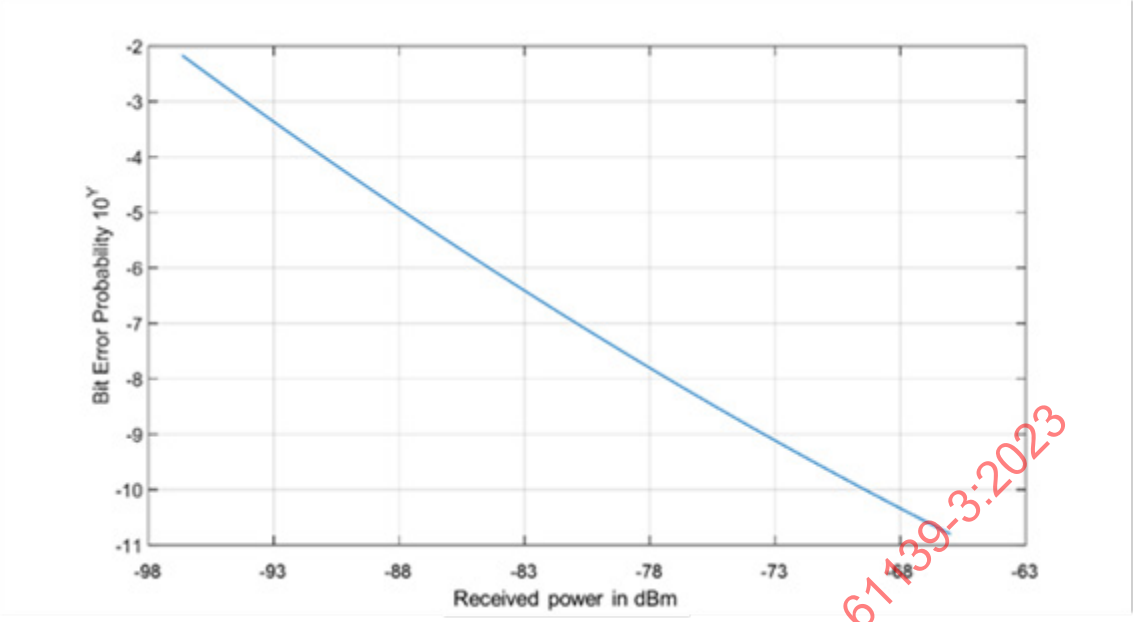


Figure K.2 – BEP over received power EXAMPLE CHIP 2

For packet-based communication such as SDCI wireless technology, the BEP is usually not directly measured, but it can be related to the Packet Error Probability (PEP), subject to certain conditions.

In a highly simplified form and under the condition, that at least one-bit error within a packet result in a packet error, the PEP can be calculated from the BEP according to Equation (K.1).

$$PEP = 1 - \left(1 - BEP\right)^{n_Bits} \tag{K.1}$$

where

PEP is the packet error probability;

BEP is the bit error probability;

n_Bits is the number of bits within a packet.

For example, for an SDCI wireless downlink packet and BEP = 1 × 10^{-3} = 0,001, this results in approx. PEP ≈ 0,3 .

Thus, the sensitivity can be derived by a packet error measurement (PEP). It can be performed either, if possible (i.e, accessible antenna connector), as a conducted measurement (i.e. in dBm) or as an radiated (over-the-air) measurement (i.e. dBm EIRP). However, for a final product according to this document, the losses caused by the antenna (antenna efficiency) and the matching circuit (including e.g. a "balun") have to be taken into account.

In general, SDCI-W does not prescribe a specific orientation of W-Devices and W-Masters in an application environment. Thus, the later positioning or orientation of e.g. W-Devices is generally unknown for a manufacturer, so that all conceivable scenarios with regard to spatial directions of incidence and polarizations should be taken into account in the test. This can be done in a relatively simple way using a reverberation chamber (RC).

Based on the well-proven Friis transmission formula e.g. [8], [9], the path-loss in free space results in approximately the following attenuation for the given ranges and the 2,4 GHz band:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Friis -> Free space path loss:

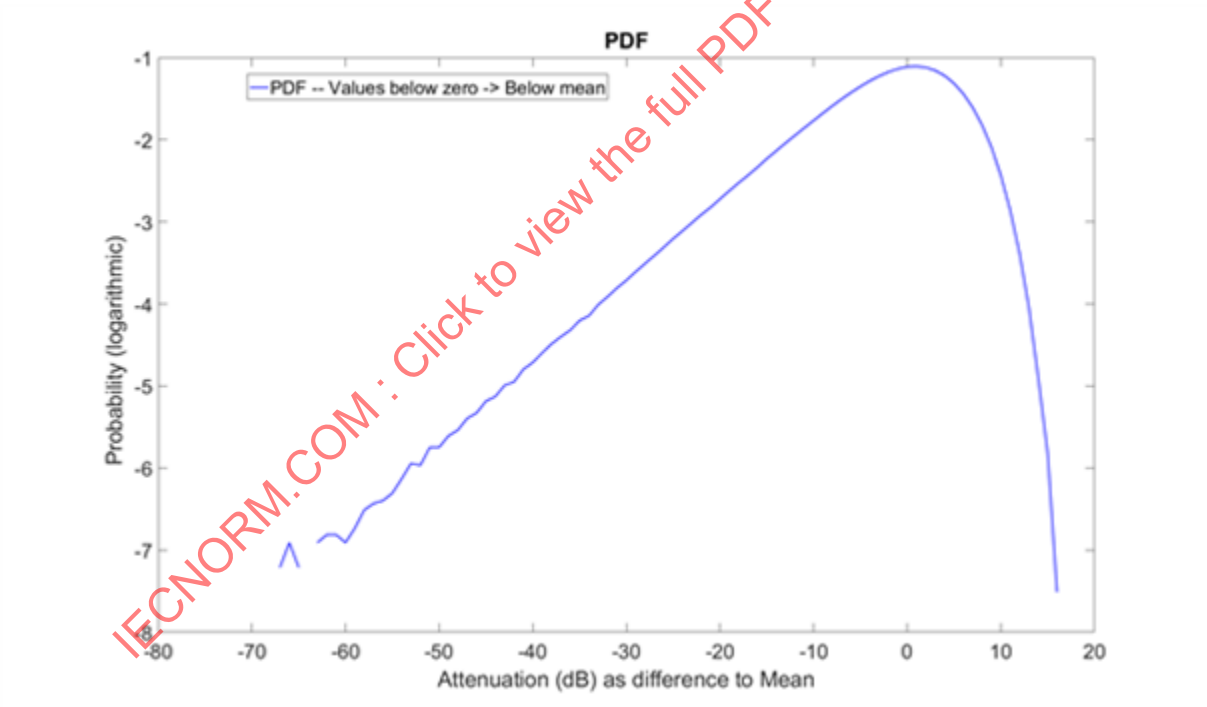
2 m	-46 dB
4 m	-52 dB
8 m	-58 dB
10 m	-60 dB
20 m	-66 dB

NOTE A negative sign means attenuation here.

As a worst-case estimation, a radio channel without direct line of sight (NLOS = Non-Line of Sight) is assumed which is modelled or described as Rayleigh radio channel. It was shown in e.g. [10], [11] that a obstructed or direct line of sight (OLOS or LOS) or path between a transmitter and a receiver can be described e.g. as a Rician radio channel (Rice channel) Furthermore it was shown in e.g. [10], [11] that deep fading, which can lead to interruptions or outages of a radio connection, occur much less frequently with LOS connections. Therefore, a NLOS or Rayleigh radio channel is assumed to be a worst-case scenario.

K.2.2 Rayleigh -> Non-Line of Sight:

Figure K.3 shows the empirical Probability Density Function (PDF) of an exemplary Rayleigh channel, measured in a reverberation chamber e.g. [12], [13].



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure K.3 – Exemplary Rayleigh Channel, measured in a reverberation chamber

Probability of attenuation increasing by X dB against mean receive power.

Assuming a radiated transmission power of +2 dBm (EIRP) and the free space path-loss for 20 m results in a (mean) receive power of approximately -64 dBm. Figure K.4 shows the cumulative distribution function (CDF) of the so-called "SDCI wireless channel" (i.e. including free space path-loss and Rayleigh fading), normalized to a mean receive power of -64 dBm.

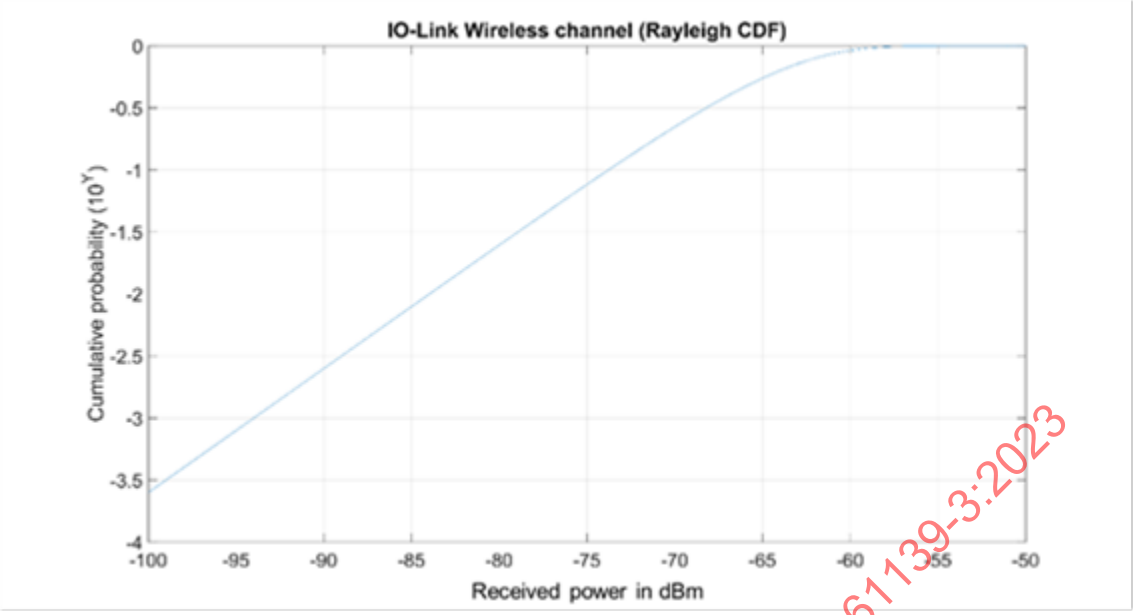


Figure K.4 – Expected SDCI wireless channel with Rayleigh CDF (mean power −64 dBm)

As in typical industrial environments, the coherence time is orders of magnitudes larger than the packet duration and the coherence bandwidth is also much larger than the signal bandwidth, can be proceeded as follows. Using the resulting CDF in Figure K.4 and the Sensitivity of EXAMPLE CHIP 2, the following example probabilities P are achieved for certain fading:

P (less than 10 dB below mean …)≈88,9 % ⇒ ≫-74 dBm⇒BEP≪1×10^{-9}→PEP≪4 × 10^{-7}

P (10 dB below mean receive power)≈0,1 ⇒-74 dBm⇒BEP≈1×10^{-9}→PEP≈4 × 10^{-7}

P (15 dB below mean receive power)≈0,03 ⇒-79 dBm⇒BEP≈3×10^{-8}→PEP≈1 × 10^{-5}

P (20 dB below mean receive power)≈0,01 ⇒-84 dBm⇒BEP≈7×10^{-7}→PEP≈3 × 10^{-4}

P (25 dB below mean receive power)≈0,003 ⇒-89 dBm⇒BEP≈2×10^{-5}→PEP≈8 × 10^{-3}

P (30 dB below mean receive power)≈0,001 ⇒-94 dBm⇒BEP≈1×10^{-3}→PEP≈3 × 10^{-1}

P (35 dB or more below mean receive power)≈0,000 3 ⇒-99 dBm⇒BEP≈0,1→PEP≈1

To obtain the (mean) error probability over all possible receive power levels of the (Rayleigh-) radio channel, the integral of the product of packet error probability as a function of the reception power and its probability density is calculated (see background information in [14], [15],and [16]. However, this requires a contiguous knowledge of the PEP as a function of the receive power. If the PEP as a function of receive power is known in steps (e.g. by stepwise measurements), the integration can be approximated by stepwise summation. Equation (K.2) shows the given values.

$$\overline{PEP}_{Rayleigh} = 0{,}7 \times 10^{-3} \quad \text{(K.2)}$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

where

$\overline{PEP}_{Rayleigh}$ is the (weighted mean) error probability over all possible receive power levels of the Rayleigh radio channel.

Using this intermediate result, the total error probability for a one-way transmission and for 3 attempts (i.e. 2 retries) can be calculated as follows:

The error probability for 3 statistically independent attempts using the numbers before results in the residual failure probability (RFP) that is given in Equation (K.3) (for 2 retries).

$$RFP = \overline{PEP}_{3\ attempts,\ Rayl.} \approx \left(0,7 \times 10^{-3}\right)^3 \approx 3,4 \times 10^{-10} \quad \text{(K.3)}$$

where

RFP is the residual failure probability;

$\overline{PEP}_{3\ attempts,\ Rayl.}$ is the (weighted mean) error probability over all possible receive power levels for three statistically independent attempts in a Rayleigh radio channel.

K.2.3 Conclusion (EXAMPLE CHIP 2):

- The (weighted) packet error probability for a distance of about 20 meter (mean receive power = -64 dBm, Rayleigh channel, +2 dBm transmission power, -94 dBm sensitivity at BEP =10^{-3}, is about (PEP)_Rayleigh ≈ 0,7 × 10^{-3}.
- Error probability by 3 attempts (mean receive power = – 64 dBm, Rayleigh channel, +2 dBm transmission power, -94 dBm sensitivity at BEP =10^{-3}) is RFP≈3,4 × 10^{-10}
- Thus, a one-trip error probability of less than 10^{-9} is achievable.
- Additional losses (e.g. caused by antenna cable, efficiency, etc.) have to be compensated for by increased transmission power or better sensitivity in order to achieve the same range and reliability.
- The numerical values mentioned above open up a small margin for shifts: With higher transmission power, a higher reliability and/or range can be achieved, or, within certain limits, a correspondingly poorer sensitivity can be tolerated as long as all communication participants meet the corresponding minimum requirements.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Annex L
(informative)

Coexistence management

L.1 Coexistence management

This Annex L describes recommendations on how SDCI-W as a system as well as SDCI-W products can be classified in the context of coexistence management according to the IEC 62657-2. The syntax used in the Tables on column "Value" is used according to the requirements of a data base system.

L.2 Wireless System Type

Table L.1 characterizes the "Wireless System Type" properties of SDCI-W according to IEC 62657-2.

Table L.1 – Wireless System Type

Parameter name	Value	Unit	Usage	Remark
Wireless technology or standard	SDCI wireless / IEC 61139-3 SDCI-W	N/A	mandatory	
Regional radio regulations	ETSI EN 300 328, ETSI EN 300 440, FCC 15.247	N/A	selection	
Network topology	star	N/A	mandatory	
Wireless device density		devices per m^2	selection	Not applicable
Infrastructure device	no	N/A	mandatory	
Frequency band	2 400 000 000 to 2 483 500 000	Hz	mandatory	without blocklist
Lower cut-off frequency	2 400 450 000	Hz	mandatory	without blocklist
Upper cut-off frequency	2 480 550 000	Hz	mandatory	without blocklist
Frequency hopping procedure	IEC 61139-3:2022, Annex H	N/A	mandatory	
Modulation	GFSK	N/A	mandatory	
Communication reliability	at least 5 000 000	s	mandatory	at least
Transfer interval	0,005	s	selection	or larger
Transmission gap	0,000 208	s	mandatory	minimum
Transmitter sequence	0,001 664	s	mandatory	maximum
Dwell time	0,001 664	s	mandatory	
Medium access control mechanism	F-/TDMA	N/A	mandatory	
Mechanism for adaptivity	Channel Blocklisting	N/A	mandatory	
Security level	SL3	N/A	mandatory	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

L.3 Wireless Device Type

Table L.2 shows an example to describe a "Wireless Device Type" according to IEC 62657-2. According to that document, a "Device" can be an SDCI-W W-Master, W-Device or W-Bridge. Thus, the "Wireless Device Type" description according to IEC 62657-2 is product specific. It is recommended that such a table is provided for each SDCI-W product.

Table L.2 – Wireless Device Type

Parameter name	Value	Unit	Usage	Remark
Transmitter				
Antenna type	e.g., omni-directional antenna; directional antenna; PCB antenna	N/A	selection	
Antenna gain	e.g., +3	dBi	optional	maximum gain
Antenna radiation pattern		N/A	optional	Figure
equivalent isotropic power	e.g., 0,005	W	optional	EIRP
Power spectral density		dBm/ Hz	optional	Figure
Frequency channel	1 to 80, according to Specification	N/A	mandatory	without blocklisting
Communication reliability	at least 5 000 000	s	mandatory	at least
Transfer interval	0,005	s	selection	at least
Transmission gap	0,001 228 or 0,001 444 or 0,001 548	s	mandatory	Minimum, depending on product type
Transmitter sequence	0,000 416 or 0,000 204 or 0,000 096	s	mandatory	Maximum, depending on product type
Duty cycle	W-Master: 25 %, W-Device 12 % or 6 %	%	mandatory	Maximum, depending on product type
Dwell time	0,001 664	s	mandatory	
Receiver				
Receiver sensitivity	e.g., -94	dBm	mandatory	at least

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Bibliography

[1] IO-Link Community, IO-Link Interface and System Specification, V1.1.3, June 2019, Order No. 10.002 (available at http://www.io-link.com)

[2] IO-Link Community, IO Device Description (IODD), V1.1.3, January 2021, Order No. 10.012 (available at http://www.io-link.com)

[3] IO-Link Community, IO-Link Smart Sensor Profile second edition, V1.1, September 2021, Order No. 10.042 (available at http://www.io-link.com)

[4] IO-Link Community, IO-Link Common Profile, V1.1, December 2021, Order No. 10.072 (available at http://www.io-link.com)

[5] IO-Link Wireless System Extensions Test Specification, V1.1.3, January 2023, Order No. 10.242 (available at http://www.io-link.com), (under preparation)

[6] Bluetooth SIG – Core Specification 4.2,
(available at <https://www.bluetooth.com/de/specifications/archived-specifications/ >)

[7] Bluetooth SIG – Regulatory Committee, Bluetooth Low Energy Regulatory Aspects, V10r00, 26 April 2011

[8] A Note on a Simple Transmission Formula, H.T. Friis, Proceedings of the IRE, Volume 34, Issue 5, May 1946, https://doi.org/10.1109/JRPROC.1946.234568

[9] Base Station Antenna Placement for Wireless Sensor/Actuator Networks in Manufacturing Cells, C. Cammin, D. Krush, H. Wattar, R. Heynicke, G. Scholl, 24th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), 10.-13. Sept. 2019, Zaragoza, Spain, DOI: https://doi.org/ 10.1109/ETFA.2019.8869331

[10] Wireless Communications: Principles and Practice, T.S. Rappaport, Prentice Hall, 1996

[11] Test method for narrowband F/TDMA-based wireless sensor/actuator networks including radio channel emulation in severe multipath environments, C. Cammin, D. Krush, R. Heynicke, G. Scholl, J. Sens. Sens. Syst., 7, 183-192, 2018, DOI: https://doi.org/10.5194/jsss-7-183-2018

[12] Charakterisierung einer Modenverwirbelungskammer als Testumgebung für drahtlose Sensor/Aktor-Module, C. Cammin, D. Krush, R. Heynicke, G. Scholl, tm – Technisches Messen, 2018, ISSN (Online) 2196-7113, ISSN (Print) 0171-8096, DOI: https://doi.org/10.1515/teme-2018-0003

[13] Deep Fading in a Reverberation Chamber for Wireless Device Testing, C. Cammin, D. Krush, R. Heynicke, G. Scholl, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 766, IEEE Radio and Antenna Days of the Indian Ocean 2019 23.–26. Sept. 2019, Saint-Gilles, Réunion, France DOI: https://doi.org/10.1088/1757-899x/766/1/012004

[14] Simulative performance analysis of IO-link wireless, D. Wolberg, M. Rentschler, P. Gaggero, 14th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems (WFCS), 13.-15. June 2018, DOI: https://doi.org/10.1109/WFCS.2018.8402352

[15] Grundlagen der Kommunikationstechnik, J.G. Proakis, M. Salehi, 2. Auflage, Pearson Studium, 2004. ISBN: 3-8273-1064-7

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

[16] Communication Systems Engineering, J.G. Proakis, M. Salehi, second edition, Pearson Education Prentice Hall, 2002

[17] IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*, available at <http://www.electropedia.org/>

[18] IEC 61139 (all parts), *Industrial networks – Single-drop digital communication interface*

[19] IEC 61375-1, *Electric railway equipment – Train bus – Part 1: Train communication network*

[20] IEC/TR 62390, *Common automation device – Profile guideline*

[21] IEC/TR 62453-61, *Field device tool interface specification – Device Type Manager (DTM) Styleguide for common object model*

[22] ISO/IEC 19505, *Information technology – Object Management Group Unified Modeling Language (OMG UML)*

[23] IEEE Std 802.11, *IEEE Standard for Information Technology – Telecommunications and Information Exchange between Systems Local and Metropolitan Area Networks – Specific Requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications*

[24] IETF RFC 5247, B. Aboba, D. Simon, P. Eronen, *Extensible Authentication Protocol (EAP) Key Management Framework*, available at https://www.rfc-editor.org/info/rfc5247

[25] ITU Radio Regulations, edition of 2020, Volume 1: Articles, available at: <https://www.itu.int/pub/R-REG-RR-2020>

[26] ISO/IEC 10731, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Conventions for the definition of OSI services*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

RÉSEAUX INDUSTRIELS – INTERFACE DE COMMUNICATION NUMÉRIQUE POINT À POINT –

Partie 3: Extensions sans fil

AVANT-PROPOS

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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;

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

---

[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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

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*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3 Termes, définitions, abréviations et conventions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'IEC 61131-1 et l'IEC 61131-2 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse https://www.electropedia.org/
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse https://www.iso.org/obp

3.1 Termes et définitions

3.1.1
acquittement
information de réponse indiquant l'acceptation d'un message

Note 1 à l'article: "Acquittement" avec un "A" majuscule désigne un mécanisme d'Acquittement SDCI sans fil, tandis que le terme "acquittement" avec un "a" minuscule est utilisé au sens générique.

3.1.2
table de saut adaptatif
mécanisme permettant de modifier la table de saut d'une Voie sans fil alors que la communication est déjà en cours (amélioration de la connexion)

3.1.3
interface radio
communication radio entre le Maître sans fil et les Appareils sans fil

3.1.4
Alert Back Alive
indication de l'Appareil sans fil, qui informe le Maître sans fil d'une erreur de communication

3.1.5
couche d'application
partie du protocole chargée de la transmission des objets de données de processus et des objets de données à la demande

3.1.6
liste de blocage
liste des canaux de fréquences à ne pas utiliser pour la communication SDCI sans fil au sein d'un Maître sans fil

3.1.7
diffusion
mécanisme permettant d'envoyer une commande principale à tous les Appareils sans fil d'une Voie sans fil

Note 1 à l'article: Une diffusion est limitée à des commandes principales spécifiques conformément au Tableau C.2.

3.1.8
cellule
regroupement logique de 1 à 3 Maîtres sans fil avec une zone de couverture spécifique

Note 1 à l'article: Elle est souvent associée à une machine.

3.1.9
somme de contrôle
mesures d'intégrité des données pour chaque octet de Préliaison descendante, paquet en liaison descendante ou paquet en liaison montante dans la couche physique

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.1.10
ConfigSyncword
mesures d'intégrité des données pour chaque préliaison descendante, liaison descendante ou liaison ascendante dans la couche physique

3.1.11
canaux de fréquences de configuration
canaux de fréquences réservés à des fins de configuration

3.1.12
ConnectionParameter
ensemble de paramètres contenant les données nécessaires à l'établissement d'une communication sans fil

Note 1 à l'article: Les paramètres sont transmis par l'intermédiaire du mécanisme d'appairage. Ils ne peuvent être modifiés que par le biais d'un nouvel appairage ou d'un réappairage.

3.1.13
intervalle de contrôle
temps exigé pour passer la radio en mode réception, en mode émission ou pour changer de fréquence

3.1.14
octet de contrôle
en-tête qui indique la structure et le but d'un Message sans fil

3.1.15
canal de communication
connexion logique entre un Maître sans fil et un Appareil sans fil

Note 1 à l'article: Quatre canaux de communication sont définis: un canal de commande principal, un canal de données de processus, un canal d'ISDU (pour les paramètres) et un canal de diagnostic (pour les événements).

3.1.16
erreur de communication
perturbation inattendue de la transmission

3.1.17
Mode cyclique
mode de fonctionnement permettant d'atteindre le temps de latence exigé

Note 1 à l'article: Les nouvelles tentatives non occupées par des données de processus sont utilisées pour l'échange acyclique de données à la demande. Les canaux de configuration ne sont pas utilisés.

3.1.18
canal de données
canal de fréquences utilisé pour l'échange de données (de processus)

3.1.19
DataSyncword
mot de synchronisation utilisé pour les canaux de données

Note 1 à l'article: Une explication plus détaillée est donnée en 5.3.4.

3.1.20
déconnecté
état dans lequel la communication entre un Appareil sans fil et son Maître sans fil a été perdue

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.1.21
créneau temporel double
type de créneau temporel exigé pour la transmission d'un paquet Créneau temporel double

Note 1 à l'article: Une explication plus détaillée est donnée en 4.5.4.

3.1.22
liaison descendante
lien de communication entre un Maître sans fil et ses Appareils sans fil associés

3.1.23
événement
instance d'un changement de conditions dans un Appareil sans fil

Note 1 à l'article: "Événement" avec un "E" majuscule désigne un mécanisme d'Événement SDCI sans fil, tandis que le terme "événement" avec un "é" minuscule est utilisé au sens générique.

3.1.24
bande de fréquences
plage du spectre de fréquences, affectée par les organisations de réglementation à des applications spécifiques ou à un groupe d'applications

Note 1 à l'article: L'UIT, en tant qu'organisation internationale de réglementation, attribue uniquement les services de radiocommunication à une plage spécifique dans le spectre de fréquences.

[SOURCE: IEC 62657-2:2022]

3.1.25
canal de fréquences
plage du spectre des fréquences, définie par une fréquence de coupure inférieure et une fréquence de coupure supérieure ou par une fréquence centrale et une largeur de bande de fréquences

[SOURCE: IEC 62657-2:2022]

3.1.26
accès multiple par répartition en fréquence
méthode d'accès permettant aux utilisateurs d'être affectés à des canaux de fréquences individuels

3.1.27
paquet en liaison descendante complète
structure des données du paquet en liaison descendante normale

3.1.28
modulation par déplacement de fréquence à filtre gaussien
modulation par déplacement de fréquence binaire avec filtre gaussien limitant sa largeur spectrale

3.1.29
intervalle de garde
intervalle de temps entre des liaisons montantes successives pour éviter les collisions radio

3.1.30
en-tête
première partie d'un paquet de messages

Note 1 à l'article: L'en-tête se compose d'un préambule, d'un mot de synchronisation (Syncword), d'un identifiant principal (MasterID), d'un numéro de voie et d'un Acquittement.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.1.31
message IMA
message de l'Appareil sans fil, qui informe le Maître sans fil qu'il est toujours fonctionnel

3.1.32
durée IMA
durée de surveillance configurée par l'utilisateur pendant laquelle l'Appareil sans fil doit envoyer un message IMA, si aucun autre message n'a été envoyé

3.1.33
InspectionLevel
degré de vérification de l'identité de l'Appareil sans fil pendant le démarrage

3.1.34
unité de données de service indexée
unité de données utilisée pour la transmission acyclique de paramètres, qui est segmentée en plusieurs Trames sans fil

3.1.35
utilisations industrielles, scientifiques et médicales (de l'énergie radioélectrique)
ISM
mise en œuvre d'appareils ou d'installations conçus pour produire et utiliser, dans un espace réduit, de l'énergie radioélectrique à des fins industrielles, scientifiques, médicales, domestiques ou analogues, à l'exclusion de tout usage de télécommunication

[SOURCE: Règlement des radiocommunications de l'UIT, édition de 2020, Volume 1 — Article 1, 1.15]

3.1.36
bande de fréquences ISM
fréquences radio réservées aux utilisations industrielles, scientifiques et médicales

3.1.37
indicateur de qualité de liaison
service d'évaluation de la fonctionnalité et de la fiabilité des connexions entre le Maître sans fil et l'Appareil sans fil

3.1.38
MasterID
numéro d'identification d'un Maître sans fil particulier

3.1.39
distribution
transmission du même message à un groupe de destinataires identifiés par leur adresse de groupe

Note 1 à l'article: Le terme "distribution" est utilisé même si le groupe comprend tous les destinataires.

[SOURCE: IEC 61375-1:2012, 3.1.34]

3.1.40
acquittement négatif
indicateur de message de réponse manquant

EXEMPLE: un CRC erroné ou aucune réception de DLink ou ULink.

3.1.41
négociation
étape de la procédure d'appairage permettant de configurer le ConnectionParameter

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.1.42
probabilité d'erreur de paquet
probabilité qu'un paquet reçu contienne au moins une erreur de bit (bit inversé par rapport au bit correspondant envoyé)

Note 1 à l'article: Pour le calcul, voir Annexe K.

3.1.43
taux d'erreur de paquet
nombre de paquets perdus ou incorrectement reçus divisé par le nombre total de paquets envoyés

3.1.44
appairage
procédure de connexion d'un appareil sans fil à un point d'accès, puis création d'une clé de liaison commune pouvant servir de base à une relation de confiance ou à une connexion sécurisée

3.1.45
données utiles
données d'un paquet transmis au cours d'une communication qui ne contiennent aucune information de contrôle ou de protocole pour la couche concernée

3.1.46
outil de configuration des ports et appareils
outil de configuration pour un Maître sans fil et des Appareils sans fil

3.1.47
PortCycle
mise à jour des E/S effectuée de manière cyclique, déterminée par la durée de cycle liée au Port sans fil, pendant laquelle les données d'E/S de l'Appareil sans fil sont lues ou écrites

3.1.48
préambule
modèle de bit fixe utilisé pour la synchronisation des bits et l'étalonnage de la commande automatique de gain d'un récepteur radio

3.1.49
mécanisme de préliaison descendante
préliaison descendante
mécanisme utilisé pour réduire le plus possible le temps d'activation de la radio afin d'économiser l'énergie des Appareils sans fil basse consommation

Note 1 à l'article: Les 2 octets de données utiles sont utilisés pour les appareils sans fil basse consommation uniquement.

Note 2 à l'article: Le présent document utilise l'expression "préliaison descendante" comme abréviation de "mécanisme de préliaison descendante".

3.1.50
probabilité de défaillance résiduelle
probabilité que les données ne puissent pas être transmises dans le délai MaxRetry fixé

3.1.51
indication de puissance du signal reçu
mesure estimée du niveau de puissance qu'un Maître sans fil (RSSI_M) ou un Appareil sans fil (RSSI_D) reçoit de son homologue

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.1.52
itinérance
fonction qui permet la mobilité d'un Appareil sans fil prédéfini entre plusieurs Maîtres sans fil prédéfinis par des procédures de déconnexion et de connexion de transfert

3.1.53
appareil SDCI
appareil
homologue passif unique d'un Maître, tel qu'un capteur ou un actionneur

Note 1 à l'article: "Appareil" avec une majuscule désigne un équipement SDCI, tandis qu'"appareil" avec une minuscule est une désignation générique.

[SOURCE: IEC 61139-9:2022, 3.1.14, modifié — Le terme préférentiel "Appareil SDCI" a été ajouté.]

3.1.54
données segmentées
données à répartir sur plusieurs paquets

3.1.55
SerialNumber
code unique spécifique au fournisseur pour chaque Appareil sans fil

3.1.56
mode service
mode opérationnel dans lequel une voie de Maître sans fil utilise également les canaux de configuration

Note 1 à l'article: Ce mode est exigé pour les procédures de détection, d'appairage et d'itinérance. Un Maître sans fil ne doit fonctionner qu'avec une seule de ses voies à la fois en mode service.

3.1.57
créneau temporel simple
type de créneau temporel exigé pour la transmission d'un paquet Créneau temporel simple

3.1.58
synchronisation
procédé permettant de mettre en correspondance les cadencements et les tables de fréquences entre un Maître sans fil et les Appareils sans fil correspondants

3.1.59
UniqueID
identifiant unique de chaque Appareil sans fil

Note 1 à l'article: Identifiant de 9 octets composé de l'identifiant distinctif du fabricant (VendorID) de 16 bits, de l'identifiant de l'Appareil (DeviceID) de 24 bits et de l'identifiant distinctif de l'Appareil sans fil de 32 bits, lié au numéro de série (SerialNumber). Voir C.4.4.

3.1.60
désappairage
action de l'utilisateur, par l'intermédiaire du PDCT, visant à supprimer le paramètre ConnectionParameter enregistré de manière permanente du côté de l'Appareil sans fil, puis déconnecter l'Appareil sans fil et, du côté du Maître sans fil, la commande de désappairage (Unpairing) efface la configuration actuelle du Port sans fil, ce qui désactive la communication avec l'Appareil sans fil non appairé

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.1.61
liaison montante
message sans fil unique envoyé par un Appareil sans fil à son Maître sans fil, composé d'un en-tête, de données utiles et d'un contrôle de redondance cyclique

3.1.62
pont sans fil
appareil sans fil qui connecte un Appareil SDCI à un Maître sans fil par l'intermédiaire d'une interface de communication numérique sans fil

3.1.63
coexistence sans fil
état d'une solution de communication sans fil dans une zone industrielle si elle satisfait à l'application des exigences de communication du site

3.1.64
cycle sans fil
utilisation combinée de l'AMRT et de l'AMRF avec plusieurs Sous-cycles sans fil pour réaliser une transmission sans fil fiable

3.1.65
appareil sans fil
homologue unique d'un Maître sans fil, tel qu'un capteur ou un actionneur sans fil d'interface de communication numérique point à point

3.1.66
trame sans fil
structure virtuelle permettant d'organiser des transmissions de messages comprenant un message du Maître sans fil (en liaison descendante) et tous les messages des Appareils sans fil qui suivent (en liaison montante)

Note 1 à l'article: Pour plus de détails, voir Figure 17.

3.1.67
maître sans fil
homologue connecté par l'intermédiaire de Ports sans fil par radio à un jusqu'à n Appareils sans fil et qui fournit une interface avec la passerelle vers les systèmes de communication de niveau supérieur ou des automates programmables

3.1.68
message sans fil
contenu de données utiles comprenant un octet de contrôle et des données (segmentées) échangées entre le Maître sans fil et l'Appareil sans fil

3.1.69
paramètre sans fil
terme générique décrivant tous les paramètres situés dans la plage d'index spécifiques au sans fil

3.1.70
port sans fil
numéro de port sans fil logique utilisé pour réaliser l'adressage d'un Appareil sans fil appairé

3.1.71
sous-cycle sans fil
durée de transmission d'une Trame sans fil

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.1.72
voie sans fil
voie de transmission physique sans fil comprenant un émetteur-récepteur (à bande étroite) avec sa propre antenne et des canaux de fréquences réservés pour transmettre les messages entre le Maître sans fil et l'Appareil sans fil par des Trames sans fil

3.1.73
mappeur de voie sans fil et d'appareil sans fil
assignation d'un Port sans fil à un numéro de créneau et un numéro de Voie sans fil spécifiques

3.1.74
canaux WLAN
blocs de fréquences destinés à être utilisés par le réseau WLAN

3.2 Abréviations

ABA	Alert Back Alive
ACK	Acknowledgement (Acquittement)
AHT	Adaptive Hopping Table (Table de saut adaptatif)
AL	Application Layer (Couche d'application)
Moy.	Moyenne
BC	Broadcast (Diffusion)
C	Conditionnel
CO	Control Octet (Octet de contrôle)
CRC	Contrôle de Redondance Cyclique
DL	Data Link layer (Couche de liaison de données)
DL-A	Data scheduling (Ordonnancement des données)
DL-B	Data handling (Traitement des données)
DLink	Downlink (Liaison descendante)
DS	Data Storage (Stockage de données)
DSlot	Double Slot (Créneau temporel double)
ED	Event Dispatcher (Répartiteur d'événements)
AMRF	Accès multiple par répartition en fréquence
GFSK	Gaussian Frequency Shift Keying (Modulation par déplacement de fréquence à filtre gaussien)
IHM	Interface Homme/Machine
I	Initiateur
IL	InspectionLevel (Niveau de vérification)
IMA	I aM Alive
E/S	Entrée/Sortie
IODD	IO Device Description (Description de l'appareil d'E/S)
IOL	IO-Link (Liaison d'E/S)
IOLW	IO-Link Wireless (Liaison d'E/S sans fil)
ISDU	Indexed Service Data Unit (Unité de données de service indexée)
ISM	Utilisations Industrielles, Scientifiques et Médicales
BC	Basse Consommation
LFSR	Linear Feedback Shift Register (Registre à décalage rebouclé)
LQI	Link Quality Indication (Indicateur de qualité de liaison)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

LQI_D	Link Quality Indication of the W-Device (Indicateur de qualité de liaison de l'Appareil sans fil)
LQI_M	Link Quality Indication of the W-Master (Indicateur de qualité de liaison du Maître sans fil)
LSO	Least Significant Octet (Octet de poids faible)
O	Obligatoire
MSB	Most Significant Bit (Bit de poids fort)
MSO	Most Significant Octet (Octet de poids fort)
NACK	Negative Acknowledge (Acquittement négatif)
OD	On-request Data (Données à la demande)
PD	Process Data (Données de processus)
PDCT	Port and Device Configuration Tool (Outil de configuration des ports et appareils)
PDE	Process Data Exchange (Échange de données de processus)
PEP	Packet Error Probability (Probabilité d'erreur de paquet)
PER	Packet Error Ratio (Taux d'erreur de paquet)
PL	Physical Layer (Couche physique)
AP	Automate programmable
PM	Parameter Manager (Gestionnaire de paramètres)
ppm	partie par million = 1/1 000 000
R	Receiver (Destinataire)
RF	Radiofréquence
RFP	Residual Failure Probability (Probabilité de défaillance résiduelle)
RSSI	Received Signal Strength Indication (Indication de puissance du signal reçu)
RSSI_D	Received Signal Strength Indication, received by a W-Device (Indication de puissance du signal reçu, reçu par un Appareil sans fil)
RSSI_M	Received Signal Strength Indication, received by a W-Master (Indication de puissance du signal reçu, reçu par un Maître sans fil)
Rx	Réception
S	Sélectionné
SDCI	Single-Drop digital Communication Interface (Interface de communication numérique point à point) (voir IEC 61131-9)
SDCI sans fil	Single-Drop digital Communication Interface wireless (Interface de communication numérique point à point sans fil) (voir le présent document)
Slot_N	Slot Number (Numéro de créneau)
SM	System Management (Gestion système)
SMI	Small Medium (Petit/moyen)
SSlot	Single Slot (Créneau temporel simple)
AMRT	Accès multiple par répartition dans le temps
TDMapper	Track and W-Device-Mapper (Mappeur de Voie et d'Appareil sans fil)
Track_N	Track Number (Numéro de voie)
Tx	Transmit (Émission)
ULink	Uplink (Liaison montante)
W-<terme>	<terme> sans fil
WLAN	Wireless Local Area Network (Réseau local sans fil)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.3 Conventions

3.3.1 Généralités

Le modèle de service, les primitives de service et les diagrammes représentés dans le présent document sont des descriptions entièrement abstraites. La mise en œuvre des services peut refléter des sujets individuels et peut différer en fonction de la situation.

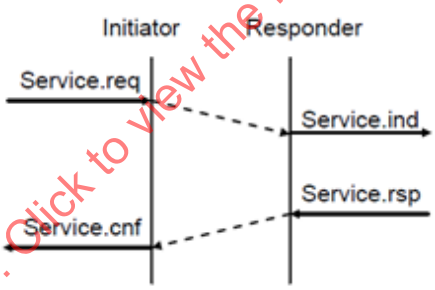
3.3.2 Primitives de service

Des primitives de service sont utilisées pour représenter des interactions entre fournisseur/consommateur de services (voir ISO/IEC 10731 [26]). Chaque service comprend jusqu'à quatre primitives de service:

- primitive de demande (.req);
- primitive d'indication (.ind);
- primitive de réponse (.rsp);
- primitive de confirmation (.cnf).

Une indication peut se produire avec ou sans la réponse correspondante, et une demande peut se produire avec ou sans la confirmation correspondante.

La Figure 1 représente un exemple généralisé de service confirmé. Dans ce cas, "Initiateur" et "Répondeur" correspondent soit au Maître soit à l'Appareil et non à la couche dans chacun de ces éléments.



Anglais	Français
Initiator	Initiateur
Responder	Répondeur
Service.cnf	Service.cnf
Service.req	Service.req
Service.rsp	Service.rsp
Service.ing	Service.ing

Figure 1 – Exemple généralisé de service confirmé

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.3.3 Paramètres de service

Les primitives de service acheminent des paramètres qui définissent les informations disponibles dans l'interaction fournisseur/consommateur. Il n'est pas nécessaire de déclarer explicitement chacun des paramètres d'une quelconque interface particulière.

La spécification des services dans le présent document utilise des tableaux pour décrire les paramètres constitutifs des primitives de service. Les paramètres applicables à chaque groupe de primitives de service sont présentés dans des tableaux. Chaque tableau est constitué de cinq colonnes, au plus:

1) nom du paramètre;
2) primitive de demande (.req);
3) primitive d'indication (.ind);
4) primitive de réponse (.rsp);
5) primitive de confirmation (.cnf).

Un paramètre (ou élément constitutif de ce paramètre) est présenté dans chaque rangée de chaque tableau. Dans les colonnes des primitives de service concernées, un code permet de spécifier le type d'utilisation du paramètre sur la primitive spécifiée dans la colonne.

O Le paramètre est obligatoire pour la primitive.

U Le paramètre est une option utilisateur et peut ou pas être mis en œuvre en fonction de son utilisation dynamique par l'utilisateur du service. S'il n'est pas fourni, une valeur par défaut du paramètre est prise pour hypothèse.

C Le paramètre est conditionné par d'autres paramètres ou par l'environnement de l'utilisateur du service.

– Le paramètre n'est jamais présent.

S Le paramètre est un élément sélectionné.

Certaines entrées sont en outre qualifiées par un symbole entre parenthèses. Il peut s'agir:

a) d'une contrainte spécifique au paramètre; "(=)" indique que le paramètre est sémantiquement équivalent au paramètre dans la primitive de service qui se trouve immédiatement à sa gauche dans le tableau;

b) d'une indication selon laquelle une éventuelle note s'applique à l'entrée "(n)" et que la note "n" suivante contient des informations supplémentaires concernant le paramètre et son utilisation.

3.3.4 Procédures de services

Les procédures sont définies en matière:

- d'interactions entre entités d'application par échange d'unités de données de protocole; et
- d'interactions entre un fournisseur de services de couche de communication et un consommateur de services de couche de communication dans le même système par invocation de primitives de service.

Ces procédures s'appliquent à des instances de communication entre systèmes qui prennent en charge des services de communication comportant des contraintes de temps au sein des couches de communication.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

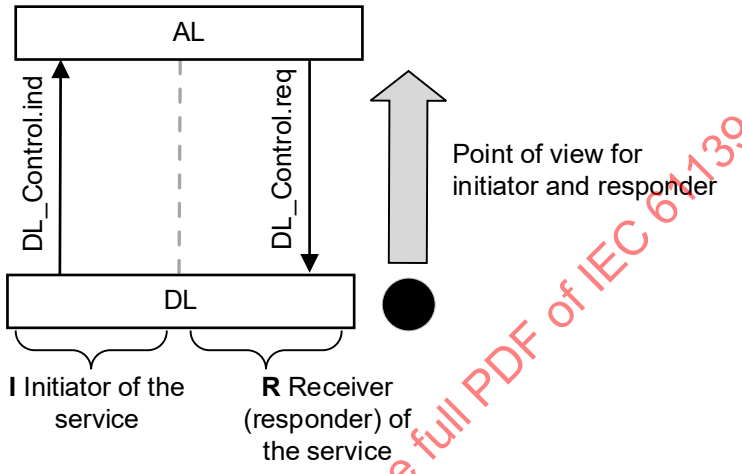
3.3.5 Attributs de service

La nature des différents services (Maître sans fil et Appareil sans fil) est caractérisée par des attributs. Tous les services sont définis du point de vue de la couche concernée vers la couche au-dessus.

I Initiateur d'un service (ind.) (vers la couche au-dessus)

R Destinataire (répondeur) d'un service (.req) (à partir de la couche au-dessus)

La Figure 2 représente l'exemple d'un initiateur/destinataire de services (Appareil sans fil)



Anglais	Français
I Initiator of the service	**I** Initiateur du service
R Receiver of the service	**R** Destinataire du service
DL_Control.ind	DL_Control.ind
DL_Control.req	DL_Control.req
AL	AL
DL	DL
Point of view for initiator, responder	Point de vue pour l'initiateur, le répondeur

Figure 2 – Exemple d'initiateur/destinataire de services (Appareil sans fil)

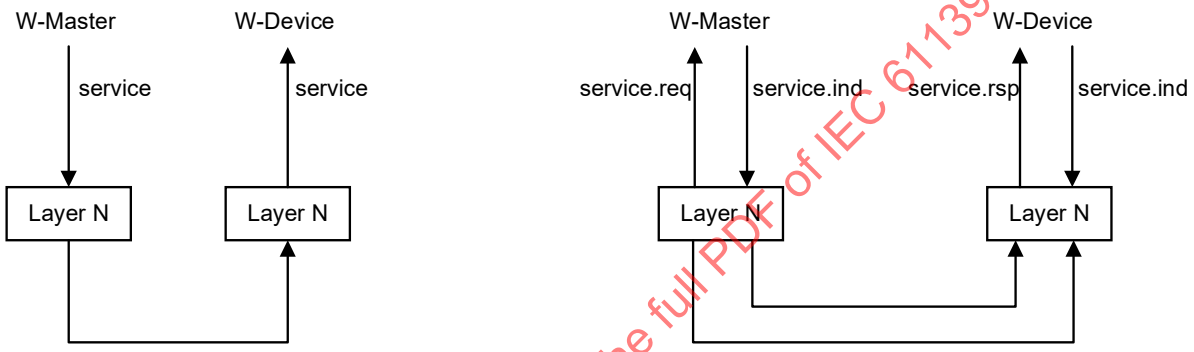
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.3.6 Figures

Les conventions suivantes sont utilisées sur les figures qui représentent la structure et les services de couches de protocole:

- une flèche avec seulement un nom de service représente:
  - une demande et la confirmation correspondante (la demande étant effectuée dans le sens de la flèche);
  - une indication et la réponse correspondante (l'indication étant effectuée dans le sens de la flèche);
- une demande sans confirmation, ainsi qu'une indication sans réponse, sont libellées en tant que telles (c'est-à-dire service.req, service.ind).

La Figure 3 représente l'exemple de service entre un Maître sans fil et un Appareil sans fil selon une vue générale et détaillée.

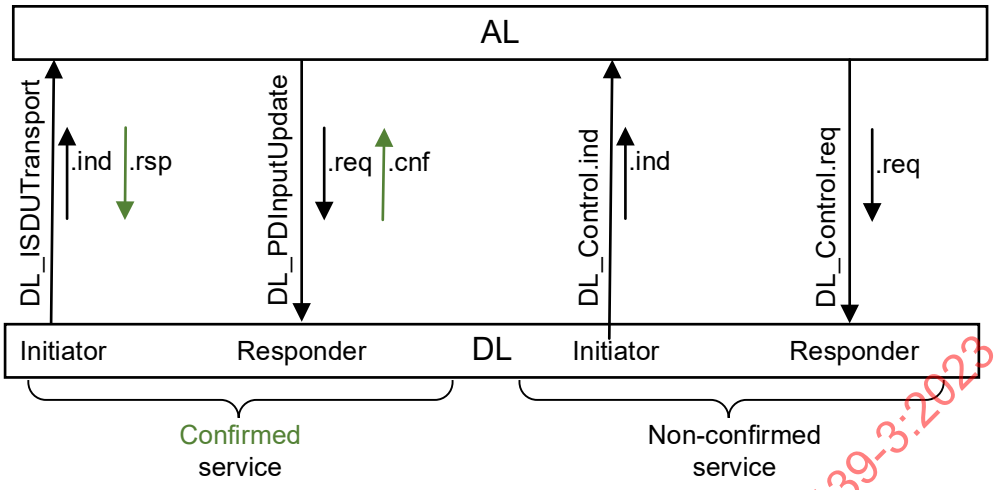


Anglais	Français
W-Master	Maître sans fil
W-Device	Appareil sans fil
service	service
service.req	service.req
service.rsp	service.rsp
service.ind	service.ind
Layer N	Couche N

Figure 3 – Exemple de service entre un Maître sans fil et un Appareil sans fil selon une vue générale et détaillée

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

La Figure 4 représente l'exemple de services confirmés/non confirmés (Appareil sans fil).



Anglais	Français
Initiator	Initiateur
Responder	Répondeur
Confirmed service	Service confirmé
Non-confirmed service	Service non confirmé
DL	DL
AL	AL
DL_ISDUTransport	DL_ISDUTransport
DL_PDInputUpdate	DL_PDInputUpdate
DL_Conrtol.ind	DL_Control.ind
DL_Control.req	DL_Control.req
.ing	.ing
.rsp	.rsp
.reg	.reg
.cnf	.cnf

Figure 4 – Exemple de services confirmés/non confirmés (Appareil sans fil)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

3.3.7 Ordre de transmission des octets

Voir 5.3.1.

3.3.8 Descriptifs comportementaux

Les descriptifs comportementaux utilisent les notations de l'ISO/IEC 19505 (langage UML 2) (par exemple, des diagrammes d'états, de séquences, d'activités, des chronogrammes, des conditions de protection). La présentation des tables de transitions d'états associées suit l'IEC TR 62390.

En raison des restrictions liées à l'outil de conception, les exceptions suivantes s'appliquent. Pour les diagrammes d'états, un paramètre de service (en lettres majuscules) est relié au nom de service par un caractère de soulignement, par exemple dans DL_SetMode_INACTIVE. Pour les diagrammes séquentiels, la primitive de service est reliée par un caractère de soulignement au lieu d'un point, et le paramètre de service est ajouté entre parenthèses, par exemple dans DL_Event_ind (OPERATE). Les contraintes de cadencement sont libellées "tm (temps en ms)".

Les invocations de services reçues en asynchrone ne sont pas modélisées en détail dans les diagrammes d'états.

Pour trouver l'équilibre entre la clarté et le degré de détail, les réponses ou confirmations négatives ne sont pas toutes modélisées de manière explicite dans les diagrammes d'états.

3.3.9 Format de tableau triple

Certains tableaux, tels que le Tableau 35 et le Tableau 36, sont divisés en 3 parties et utilisent une légende de tableau unique. Ce format de tableau triple est utilisé conformément à l'IEC 61131-9, qui est la norme de base du présent document.

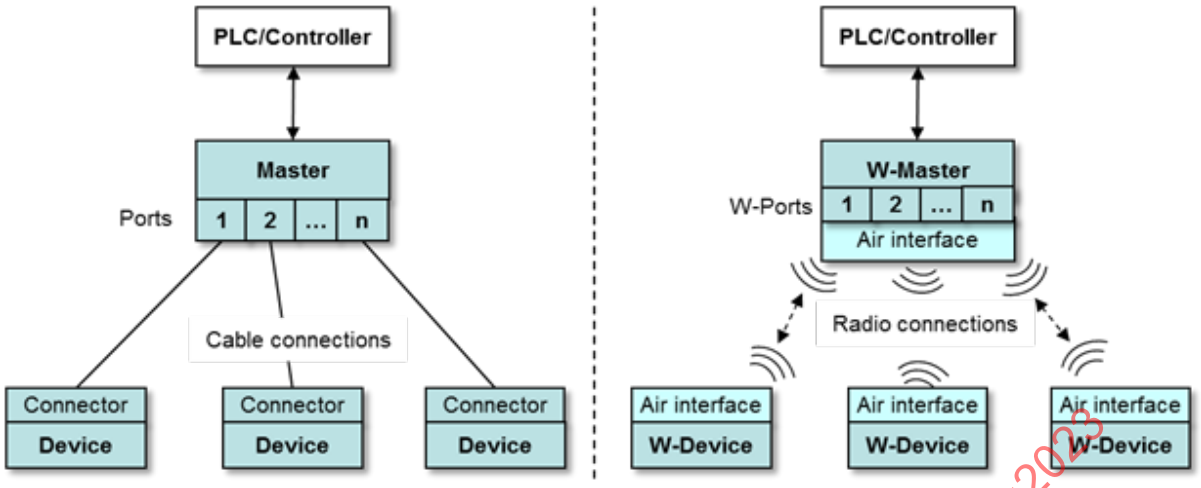
4 Vue d'ensemble de l'interface de communication numérique sans fil

4.1 Objet et topologie

L'extension SDCI sans fil est une technologie d'interface de communication numérique sans fil destinée à remplacer le ou les câbles en vue de contrôler le capteur/l'actionneur distant pour l'automatisation de production de la technologie SDCI. La Figure 5 représente la topologie générale de la SDCI filaire et sans fil. Ses fonctionnalités clés sont ses capacités en temps réel, sa très faible latence et sa robustesse. Les applications dans le domaine de l'automatisation d'usine comprennent les pièces mobiles telles que les dispositifs rotatifs de remplissage de bouteille, les bras robotisés et les machines mobiles linéaires. Ces applications sont difficiles à réaliser avec des capteurs/actionneurs filaires ou subissent de fréquentes ruptures de câbles. Ces types d'applications sont les cibles du présent document.

L'équipement conformément au présent document fonctionne dans la bande d'application industrielle, scientifique et médicale (ISM) à 2,4 GHz sans licence et utilise le saut de fréquence pour réduire l'impact des interférences. Le présent document spécifie la communication entre le Maître sans fil et un ou plusieurs Appareils sans fil.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



Anglais	Français
PLC/Controller	AP/Contrôleur
Ports	Ports
Master	Maître
Cable connections	Connexions par câble
Connector	Connecteur
Device	Appareil
W-Master	Maître sans fil
W-Ports	Ports sans fil
Air interface	Interface radio
Radio connections	Connexions radio
W-Device	Appareil sans fil

Figure 5 – Topologie SDCI filaire et sans fil

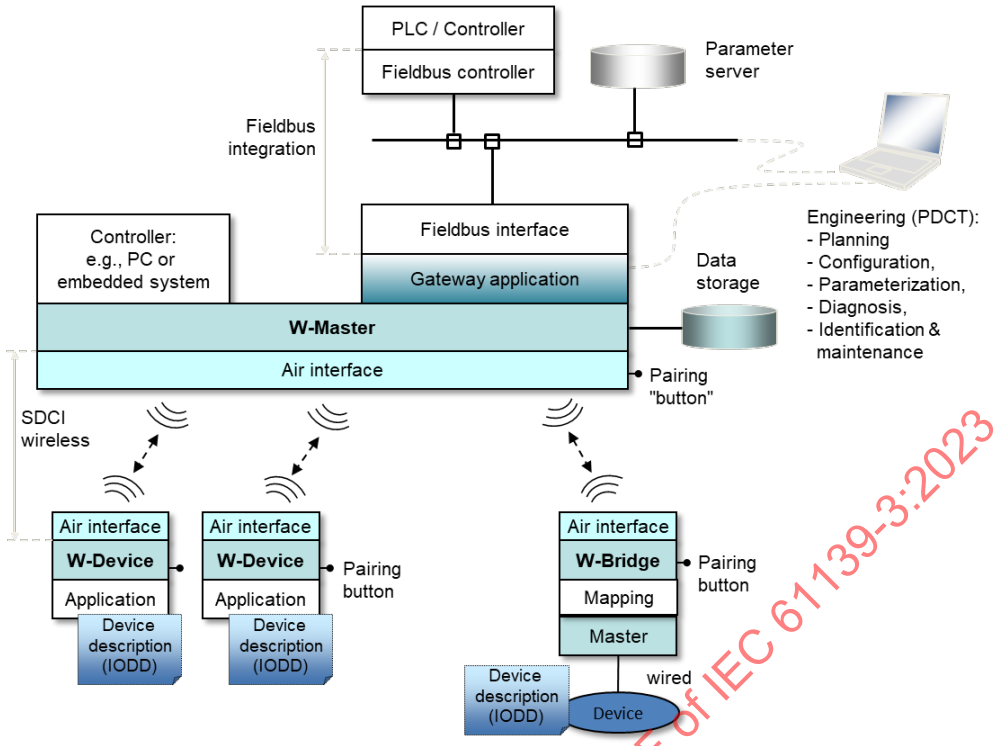
Du point de vue des utilisateurs d'un AP ou d'un contrôleur, le Maître et le Maître sans fil fournissent la même fonctionnalité en ce qui concerne les données de processus (PD) et les données à la demande (OD). Les principales différences entre les deux topologies concernent la mise en service, la détection des Appareils sans fil disponibles ("balayage"), la configuration de la connexion ("appairage") et le paramétrage de l'interface radio ("Paramètre sans fil").

4.2 Positionnement dans la hiérarchie de l'automatisation

4.2.1 Généralités

La Figure 6 représente l'architecture d'une topologie d'automatisation avec un système SDCI sans fil comparable au système SDCI filaire.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



Anglais	Français
PLC / Controller	AP/Contrôleur
Fieldbus controller	Contrôleur de bus de terrain
Parameter server	Serveur de paramètres
Fielbus integration	Intégration de bus de terrain
Controller: e.g., PC or embedded system	Contrôleur: par exemple, PC ou système intégré
Fieldbus interface	Interface de bus de terrain
Gateway application	Application passerelle
Data storage	Stockage de données
Engineering (PDCT) - Planning - Configuration, - Prameterization, - Diagnosis, - Identification & maintenance	Ingénierie (PDCT) - Planification, - Configuration, - Paramétrage, - Diagnostic, - Identification et maintenance.
W-Master	Maître sans fil
Divice description (IODD)	Description de l'appareil (IODD)
Device	Appareil
wired	filaire
Master	Maître
Air interface	Interface radio
Pairing “button”	Bouton d'appairage
Pairing button	Bouton d'appairage
SDCI wireless	SDCI sans fil
W-Device	Appareil sans fil
W-Bridge	Pont sans fil
Application	Application
Mapping	Mapping

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 6 – Système SDCI sans fil

Dans tous les cas, un AP, un contrôleur basé sur un PC ou un système intégré peut échanger des données de processus (PD) et/ou des données à la demande (OD) avec des appareils connectés par câble ou radio respectivement par l'intermédiaire d'un Maître ou d'un Maître sans fil.

En complément de l'outil de configuration des ports et appareils (PDCT) SDCI conformément à l'IEC 61131-9:2022, 11.7.7, le PDCT peut être étendu au moyen de fonctionnalités telles que:

- la prise en charge de la détection et de l'appairage des Appareils non appairés;
- l'optimisation de la qualité de connexion des Maîtres sans fil et des Appareils sans fil;
- la gestion de coexistence sans fil pour une disposition sans conflit des transmissions radio telles que les fréquences des systèmes non SDCI sans fil se chevauchant;
- la configuration des Paramètres sans fil tels que décrits dans les IODD fournies.

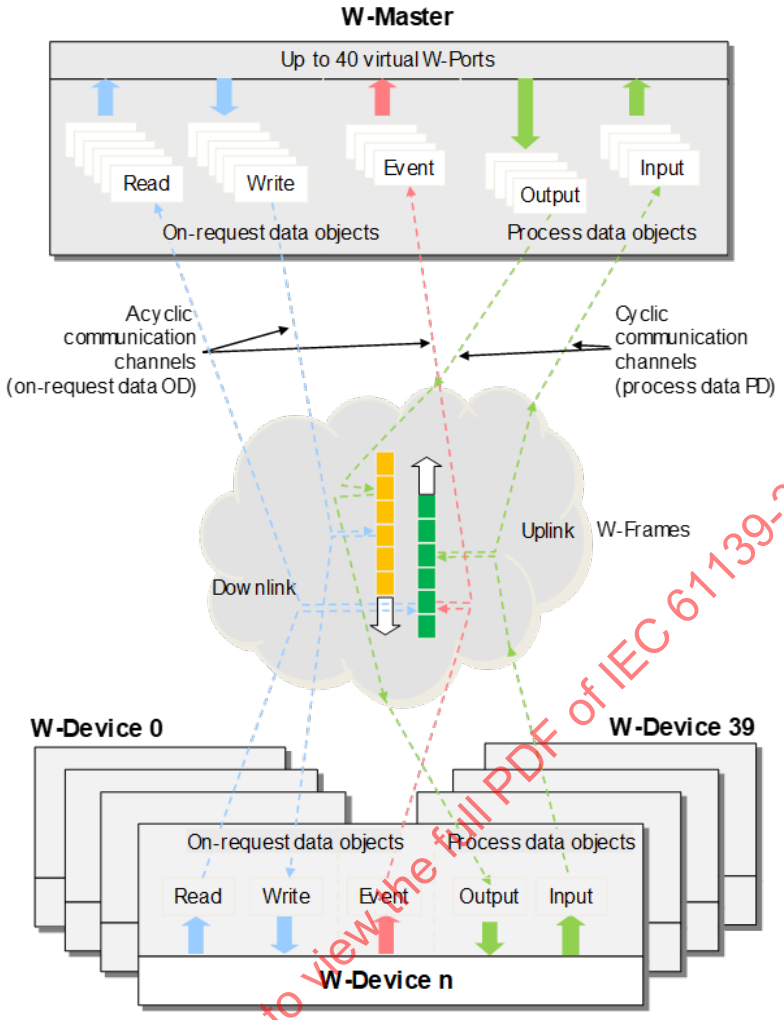
Le présent document utilise le mécanisme de stockage de données de l'IEC 61131-9 pour prendre en charge le remplacement d'un Appareil défectueux. Pour rétablir une connexion sans fil après un remplacement d'Appareil sans fil, des boutons d'appairage ou des outils logiciels peuvent être utilisés. Lorsque les boutons d'appairage sont activés sur l'Appareil sans fil et le Maître sans fil, un Appareil sans fil peut être échangé sans aucun outil logiciel.

Après remplacement, les paramètres sont automatiquement téléchargés depuis le stockage de données, si celui-ci est activé.

4.2.2 Relation avec l'IEC 61131-9

En relation avec l'IEC 61131-9, le transfert des objets SDCI par l'intermédiaire du mécanisme de liaison descendante et de liaison montante est décrit à la Figure 7.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Anglais	Français
W-Master	Maître sans fil
Up to 40 virtual W-Ports	Jusqu'à 40 Ports sans fil virtuels
Read	Lecture
Write	Écriture
Event	Événement
Output	Sortie
Input	Entrée
On-request data objects	Objets de données à la demande
Process data objects	Objets de données de processus
Acyclic communication channels (on-request data OD)	Canaux de communication acycliques (de données à la demande (OD))
Cyclic communication channels (process data PD)	Canaux de communication cycliques (de données de processus (PD))
Dow nlink	Liaison descendante
Uplink	Liaison montante
W-Frames	Trames sans fil
W-Device 0	Appareil sans fil 0
W-Device 39	Appareil sans fil 39
W-Device n	Appareil sans fil n

Figure 7 – Transfert d'objets au niveau de la couche d'application (AL)

4.2.3 Rôle d'un Maître sans fil

Un Maître sans fil gère jusqu'à 40 instances de Port sans fil. Le nombre maximal possible de Ports sans fil dépend des voies et créneaux temporels disponibles et de leur utilisation.

Un Maître sans fil peut comprendre jusqu'à cinq émetteurs-récepteurs (petites bandes) avec leur propre antenne et leurs canaux de fréquences réservés, appelés voies. Chaque Voie sans fil peut servir jusqu'à 8 Appareils sans fil et envoyer et recevoir en alternance. Toutes les voies d'un Maître sans fil effectuent des envois en même temps, sur différentes fréquences, conformément aux tables de saut de fréquences calculées, ce qui permet une utilisation optimale du support.

L'utilisateur peut actionner manuellement le Maître sans fil pour détecter et appairer des Appareils.

Pendant la mise en service ou l'itinérance, le mode service est utilisé par le Maître sans fil pour établir la communication avec les Appareils sans fil (appairage), y compris la vérification de l'"identité" de l'Appareil sans fil, c'est-à-dire son VendorID, son DeviceID et ses propriétés de communication. En cas de discordance entre les paramètres de l'Appareil sans fil et le jeu de paramètres enregistré dans le Maître sans fil, les paramètres dans l'Appareil sans fil sont écrasés (voir 11.4) ou, en fonction de la configuration, les paramètres enregistrés dans le Maître sans fil sont mis à jour.

Après une mise sous tension avec des Appareils sans fil appairés, le Maître sans fil établit la communication, y compris toutes les vérifications décrites ci-dessus.

Le Maître sans fil est chargé d'assembler et de désassembler toutes les données échangées avec les Appareils sans fil (voir Article 11).

4.2.4 Rôle d'un Appareil sans fil

Un Appareil sans fil est constitué d'un émetteur-récepteur unique, de la pile de l'Appareil SDCI sans fil et de l'application spécifique à la technologie, c'est-à-dire du transducteur et de ses paramètres technologiques. Les applications communes d'un Appareil sans fil sont les mêmes que dans l'IEC 61131-9 et comprennent les paramètres de configuration, les informations de diagnostic et les données de processus.

4.2.5 Rôle d'un Pont sans fil

Un Pont sans fil est un Appareil sans fil permettant de connecter un seul Appareil SDCI. La partie application du Pont sans fil contient essentiellement un Maître SDCI.

Pour des raisons de compatibilité vis-à-vis de l'Appareil SDCI conformément à l'IEC 61131-9 dans l'outillage de configuration système, un mapping simple des paramètres de l'Appareil SDCI filaire par l'intermédiaire du Pont sans fil est souhaité.

4.2.6 Outil de configuration système

La prise en charge technique d'un Maître sans fil est généralement assurée par un PDCT. Le PDCT configure les propriétés du Port sans fil et celles de l'Appareil sans fil. Cet outil associe un interpréteur de description d'appareils d'E/S (IODD) et un configurateur (voir 11.8.2). Les paramètres fournissent toutes les propriétés nécessaires pour établir la communication et la fonction souhaitée d'un capteur ou d'un actionneur.

4.2.7 Mapping avec les bus de terrain

Voir 11.9.1 et IEC 61131-9:2022, 4.7.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

4.3 Concept de cellule

En raison de la puissance de transmission limitée (voir 4.5), la plage possible d'un Maître sans fil est limitée à 20 m au maximum dans le cas d'une seule Voie sans fil, comme représenté à la Figure 8. Cette valeur passe à ≤ 10 m si plusieurs Voies sans fil sont actives.

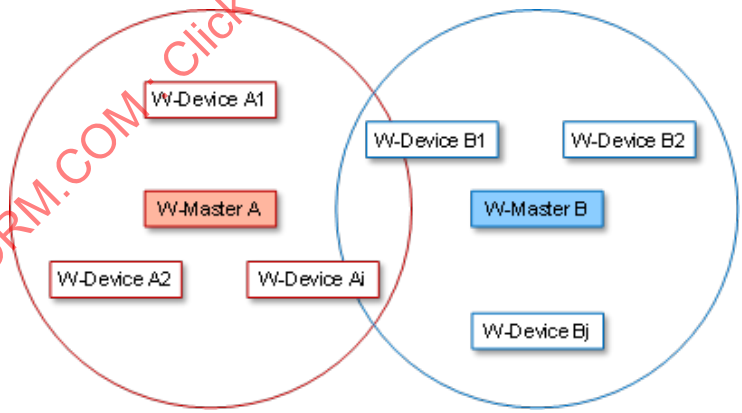


Anglais	Français
max. 20 m	20 m max.
W-Device	Appareil sans fil
W-Master 1 Track	Maître sans fil à 1 Voie

Figure 8 – Rayon d'une cellule avec un Maître sans fil à 1 Voie sans fil

Un Maître sans fil unique peut comprendre un maximum de cinq voies. Jusqu'à 3 Maîtres sans fil sont autorisés dans une cellule dans une certaine mesure. Si plusieurs Maîtres sans fil sont installés dans une cellule, les MasterID doivent être consécutifs. Pour éviter les conflits d'accès aux fréquences entre les voies, l'extension SDCI sans fil fournit des mécanismes permettant de créer des tables de fréquences disjointes par les Maîtres sans fil. Chaque Maître sans fil possède son MasterID, une table de saut de fréquence et une liste de blocage.

Un Maître sans fil et un groupe d'Appareils sans fil associés forment une cellule de Maître sans fil comme représenté à la Figure 9. Le Maître sans fil A est connecté aux Appareils sans fil A1 à Ai. Le Maître sans fil B est raccordé aux Appareils sans fil B1 à Bj, alors que les deux systèmes se trouvent dans une zone de couverture RF chevauchante.

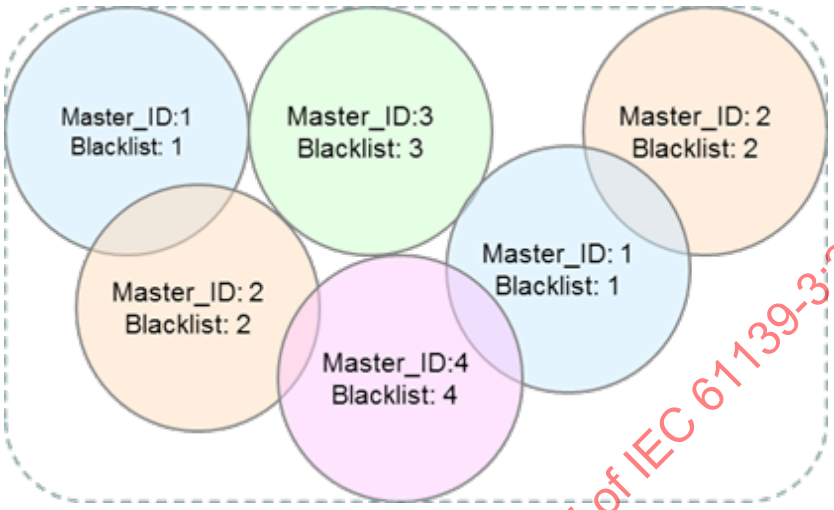


Anglais	Français
W-Device A1	Appareil sans fil A1
W-Master A	Maître sans fil A
W-Master A2	Appareil sans fil A2
W-Master Ai	Appareil sans fil Ai
W-Master B1	Appareil sans fil B1
W-Master B	Maître sans fil B
W-Master B2	Appareil sans fil B2
W-Master Bj	Appareil sans fil Bj

Figure 9 – Cellule composée de 2 cellules de Maîtres sans fil

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

La Figure 10 représente le concept SDCI sans fil avec des zones de couverture RF des Maîtres sans fil qui se chevauchent partiellement. Dans une même zone, il convient de ne prévoir pas plus de trois Maîtres sans fil afin d'éviter les interférences. Les cellules de Maître sans fil ayant une distance supérieure à 40 m peuvent réutiliser le même MasterID. Les cellules de Maître sans fil ayant une distance inférieure à 40 m exigent des MasterID distincts. Le MasterID est utilisé pour calculer les tables de saut de fréquence individuelles.



Anglais	Français
Master_ID:1 Blacklist: 1	Master_ID:1 Liste de blocage: 1
Master_ID:2 Blacklist: 2	Master_ID:2 Liste de blocage: 2
Master_ID:3 Blacklist: 3	Master_ID:3 Liste de blocage: 3
Master_ID:4 Blacklist: 4	Master_ID:4 Liste de blocage: 4

Figure 10 – Concept de cellule

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

4.4 Mécanismes sans fil

4.4.1 Généralités

Les mécanismes suivants sont utilisés pour configurer et actionner les connexions sans fil.

4.4.2 Balayage (Détection d'Appareils sans fil)

Après mise sous tension, chaque Appareil sans fil non appairé attend l'établissement de la connexion à partir d'un Maître sans fil sur les canaux de fréquences de configuration. Lorsque l'utilisateur demande la détection d'un ou de plusieurs Appareils sans fil, le Maître sans fil envoie des messages de demande de balayage sur les canaux de fréquences de configuration. Tout Appareil sans fil non appairé recevant un tel message de demande de balayage répond par un message de réponse de balayage, dans lequel l'Appareil sans fil renvoie son identifiant unique (UniqueID) à des fins d'authentification avant l'appairage. À l'aide de ce mécanisme, tous les Appareils sans fil non appairés à proximité du Maître sans fil peuvent être détectés. Par la suite, l'application peut décider d'appairer les Appareils sans fil.

Plusieurs Appareils sans fil peuvent répondre simultanément dans un créneau de liaison montante. Afin de réduire le plus possible les collisions, ils utilisent des positions de créneaux temporels déterminées de manière aléatoire à l'intérieur de cette fréquence de liaison montante. Ainsi, le Maître sans fil collecte tous les Appareils sans fil non appairés au fil du temps lors de plusieurs Sous-cycles sans fil.

4.4.3 Appairage

4.4.3.1 Généralités

L'appairage est la procédure équivalente au branchement d'un câble de connexion dans un système filaire.

4.4.3.2 Appairage par UniqueID

Ce mécanisme est prévu pour l'appairage d'un Appareil sans fil avec un Maître sans fil préconfiguré et reflète le mécanisme de mise en service normal. L'UniqueID de l'Appareil sans fil est utilisé pour l'identification automatique de l'Appareil sans fil durant le processus d'appairage. Un outil technique ou une IHM tels qu'un PDCT sont exigés pour la préconfiguration du Maître sans fil (voir 10.7.3).

4.4.3.3 Appairage par bouton

Ce mécanisme est destiné à un appairage manuel sans connaissance détaillée de l'Appareil sans fil. Aucun outil technique n'est exigé pour ce type d'appairage. L'appairage doit être acquitté sur les deux entités par une intervention manuelle (c'est-à-dire en appuyant sur un bouton ou un mécanisme équivalent). Dans le cas d'un Appareil sans fil défectueux, qui doit être remplacé par un Appareil sans fil neuf, mais identique, le présent document fournit une procédure simplifiée pour l'appairage des deux partenaires sans utiliser d'outil technique ou de PDCT.

4.4.3.4 Réappairage par bouton

Un Appareil sans fil qui était déjà appairé à l'ancien Maître sans fil peut être réappairé à un nouveau Maître sans fil. Si l'Appareil sans fil possède toujours les ConnectionParameters de l'ancien Maître sans fil, il reste à l'état Configured. Après une pression sur le bouton, l'Appareil sans fil peut être basculé temporairement par l'opérateur à l'état Re_Pairing, puis il "écoute" sur les canaux de configuration si un message de demande d'appairage est émis par le nouveau Maître sans fil. L'appairage doit tout d'abord être lancé sur le Maître sans fil par une intervention manuelle par UniqueID ou en appuyant sur un bouton.

4.4.4 Désappairage

Un Appareil sans fil peut être retiré d'une relation de communication avec un Maître sans fil. Lorsque l'opérateur souhaite désappairer l'un des Appareils sans fil, le Maître sans fil est déclenché par l'opérateur par l'intermédiaire de l'IHM et lance une procédure de désappairage sur l'Appareil sans fil spécifique. Cela envoie une demande de désappairage à l'Appareil sans fil, qui renvoie un acquittement au Maître sans fil. Les ConnectionParameters sur l'Appareil sans fil et la configuration du Port sans fil associé dans le Maître sans fil sont supprimés.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

4.4.5 Roaming (itinérance)

L'itinérance est une fonctionnalité qui permet la mobilité d'un Appareil sans fil prédéfini entre plusieurs cellules de Maîtres sans fil prédéfinies. Une Voie sans fil de Maître sans fil configurée en mode itinérance envoie des messages de demande de balayage sur les canaux de configuration pour détecter les Appareils sans fil en itinérance dans leur plage. Les Appareils sans fil en itinérance déconnectés qui écoutent un Maître sans fil doivent répondre par un message de réponse de balayage pour indiquer leur présence à ce Maître sans fil. L'application sur les Maîtres sans fil peut alors décider de connecter l'Appareil sans fil en itinérance en lançant une séquence d'appairage et de configuration.

La prise en charge de cette fonction est obligatoire pour un Appareil sans fil et facultative pour un Maître sans fil.

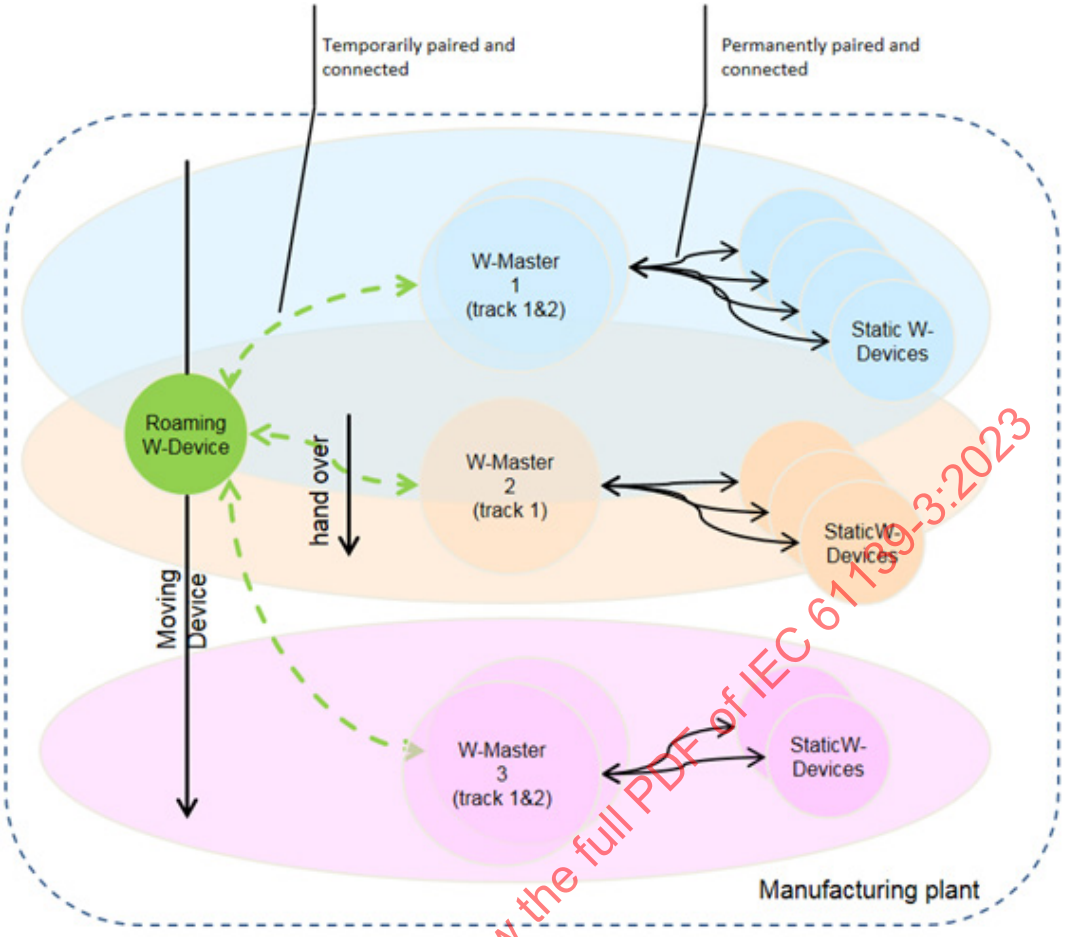
La déconnexion de transfert est déclenchée par le Maître sans fil lorsque l'application (par exemple, l'AP) souhaite libérer l'Appareil sans fil, par exemple lorsque l'application a terminé le traitement avec l'Appareil sans fil en itinérance en l'état courant (par exemple, dans une application pour changeur d'outil ou transporteur à courroie). Une procédure de déconnexion peut également être lancée lorsque la Qualité sans fil du Port sans fil s'est dégradée à un minimum absolu, ce qui indique que l'Appareil sans fil quitte la plage du Maître sans fil. En cas de dégradation de la qualité de liaison, il convient que la reconnexion au même Maître sans fil soit effectuée uniquement si la qualité de la liaison s'est sensiblement améliorée.

Pour toute procédure de transfert avec un autre Maître sans fil, le message de balayage suivi d'un appairage et d'une séquence de démarrage de l'Appareil sans fil est utilisé.

NOTE La procédure de transfert demande un certain temps durant lequel aucune donnée de processus ne peut être échangée.

Une défaillance d'IMA inattendue détectée par un Maître sans fil à partir d'un Appareil sans fil en itinérance doit conduire à une déconnexion de transfert autonome de cet Appareil sans fil pour le Port sans fil associé au sein du Maître sans fil.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



Anglais	Français
Temporarily paired and connected	Appairés et connectés temporairement
Permanently paired and connected	Appairés et connectés de façon permanente
W-Master 1 (track 1&2)	Maître sans fil 1 (voies 1&2)
Static W-Devices	Appareils sans fil statiques
hand over	transfert
Roaming W-Device	Appareil sans fil en itinérance
Moving Device	Appareil en déplacement
W-Master 2 (track 1)	Maître sans fil 2 (voie 1)
W-Master 3 (track 1&2)	Maître sans fil 3 (voies 1&2)
Manufacturing plant	Usine de fabrication

Figure 11 – Itinérance entre les cellules de Maître sans fil

L'itinérance est configurable sur le Maître sans fil. Sur chaque Maître sans fil, pas plus d'une Voie sans fil doit être configurée pour le mode itinérance, comme indiqué à la Figure 11 pour le Maître sans fil 1 et le Maître sans fil 3. Les voies en mode itinérance utilisent une table de saut de fréquence dédiée qui inclut les canaux de configuration. Pour la procédure de "déconnexion de transfert", toutes les indications de défaut (par exemple, expiration de temporisation IMA) au système/à l'utilisateur sont supprimées, car elle est liée à une action prévue. Par conséquent, tous les messages de diagnostic en attente du Port sans fil et de l'Appareil sans fil associés sont supprimés une fois que la procédure de "déconnexion de transfert" est terminée. Un Appareil sans fil en itinérance n'enregistre pas de manière permanente ses informations d'appairage et les supprime lorsqu'il est déconnecté.

Le calcul des tables de saut de fréquence pour l'itinérance est décrit à l'Article H.2.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

4.4.6 Appairage automatique

L'appairage automatique (Autoappairage) est une fonctionnalité qui permet l'appairage des Appareils sans fil aux Ports sans fil directement après la configuration, sans interaction supplémentaire de l'utilisateur. L'appairage automatique est configuré dans l'élément "PortMode" du paramètre "WPortConfigList" (voir E.1.2). Si l'élément "PortMode" est défini sur "Cyclic AutoPairing" ou "Roaming AutoPairing", l'autoappairage est activé pour ce port. Le comportement du mécanisme d'autoappairage dépend du mode actif de la voie de service du Maître sans fil:

- si la voie de service est en mode cyclique, l'appairage est déclenché une seule fois, après la définition de la configuration du Port sans fil. Si l'Appareil sans fil configuré n'est pas disponible à ce moment-là, la procédure d'appairage échoue. L'utilisateur doit recommencer l'appairage manuellement lorsque l'Appareil sans fil est à nouveau disponible;
- si la voie de service est en mode itinérance, l'appairage est déclenché une seule fois, après la définition de la configuration du Port sans fil. Si l'Appareil sans fil n'est pas disponible à ce moment-là, la procédure d'appairage échoue. Dans ce mode, comme le Maître sans fil recherche en permanence des Appareils sans fil, l'appairage peut à nouveau se déclencher automatiquement lorsque l'Appareil sans fil configuré est détecté dans les résultats de balayage.

La méthode d'appairage utilisée pour l'autoappairage est toujours "Appairage par UniqueID" comme décrit en 4.4.3.2.

4.4.7 Traitement des erreurs de transmission

Les paquets transmis aussi bien en liaison montante qu'en liaison descendante font l'objet d'une détection d'erreur par l'intermédiaire du CRC et doivent être acquittés par le côté destinataire. Les Appareils sans fil acquittent la bonne réception de leurs paquets en liaison descendante dans les paquets en liaison montante respectifs suivants. Dans la liaison descendante suivante, le Maître sans fil acquitte la bonne réception du paquet en liaison montante à chaque Appareil sans fil. En cas d'acquittements manquants, le Maître sans fil utilise ces informations pour lancer une retransmission durant le même Cycle sans fil. Lorsque toutes les retransmissions échouent au cours d'un Cycle sans fil, une erreur de communication est indiquée à la gestion système.

4.4.8 Supervision "I am alive" (IMA)

L'activité d'un Appareil sans fil est surveillée par l'intermédiaire d'un temporisateur "I am alive" (IMA) dans le Maître sans fil. Lorsqu'un Appareil sans fil n'a pas de données à transmettre pendant une période supérieure à son IMATime configuré, un message IMA doit être envoyé par l'Appareil sans fil avant l'expiration du temporisateur IMA. Lorsque le temporisateur IMA de supervision du Maître sans fil expire, c'est-à-dire parce que l'Appareil sans fil est hors service, une erreur de communication doit être indiquée par la gestion système.

4.4.9 Supervision de la qualité sans fil

La qualité sans fil est utilisée pour évaluer la fonctionnalité et la fiabilité du système SDCI sans fil dans son environnement d'application de la connexion sans fil. Le paramètre de qualité sans fil WirelessQuality d'une liaison de communication entre un Maître sans fil et un Appareil sans fil est surveillé en continu et peut être consulté sur le Maître sans fil par l'application passerelle au moyen du service GetPortQuality.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

4.5 Concept d'interface radio

4.5.1 Généralités

La SDCI sans fil doit utiliser la bande ISM à 2,4 GHz sans licence entre 2,4 GHz et 2,483 5 GHz conformément au Bluetooth SIG — Regulatory Committee, "Bluetooth low energy Regulatory Aspects", V10r00, du 26 avril 2011 (voir [7][2]), qui constitue également la base de la célèbre technologie Bluetooth®[3]. Il est donc possible d'utiliser de manière rentable les circuits radio intégrés existants et disponibles sur le marché pour construire des systèmes SDCI sans fil.

NOTE Il n'y a pas de compatibilité de système entre le Bluetooth et la technologie SDCI sans fil. Pour plus de détails, voir 5.4.

4.5.2 Accès multiple par répartition en fréquence (AMRF)

4.5.2.1 Généralités

L'utilisation de différentes fréquences porteuses dans le présent document suit en principe la technologie d'accès multiple par répartition en fréquence (AMRF). La SDCI sans fil doit modifier périodiquement les fréquences de transmission ("saut de fréquence") afin d'améliorer la robustesse contre les interférences par rafales. La coexistence sans fil avec d'autres systèmes sans fil et d'autres cellules SDCI sans fil est possible en omettant ces fréquences de la table de fréquences de transmission inutilisables ("liste de blocage").

4.5.2.2 Tables de saut de fréquence

Pour calculer les tables de saut de fréquence d'un Maître sans fil et de ses Appareils sans fil, la SDCI sans fil définit des algorithmes de séquence de saut de canal spécifiques qui dépendent du MasterID individuel pour obtenir la coexistence sans fil au sein des systèmes SDCI sans fil voisins. Pour la coexistence sans fil avec d'autres systèmes sans fil, une liste de blocage peut être utilisée pour éviter certains canaux de fréquences dans la table de saut calculée. La séquence de saut est transférée à l'Appareil sans fil pendant l'appairage. Pour plus de détails, voir Article H.2.

4.5.2.3 Liste de blocage

Pour suspendre les plages de fréquences, elles peuvent être définies dans la liste de blocage. La liste de blocage est configurable par l'intermédiaire de SetMasterConfig. Pour plus de détails, voir Article H.1.

4.5.2.4 Canaux de configuration

La configuration du Maître sans fil et des Appareils sans fil est exigée avant l'échange cyclique de données. À cet effet, les canaux de fréquences "1" (2 401 MHz) et "80" (2 480 MHz) sont exclusivement utilisés par alternance pour l'échange du ConnectionParameter ainsi que pour le balayage initial et l'appairage du Maître sans fil avec ses Appareils sans fil. Pour une description détaillée de l'utilisation des canaux de configuration, voir Article H.3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

---

2 Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

3 Bluetooth® est l'appellation commerciale d'un produit distribué par Bluetooth Special Interest Group. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve l'emploi du produit ainsi désigné. Des produits équivalents peuvent être utilisés s'il est démontré qu'ils aboutissent aux mêmes résultats.

4.5.2.5 Canaux de données

Les canaux de fréquences 3 (2 403 MHz) à 78 (2 478 MHz) peuvent être utilisés pour l'échange cyclique de données. Ce nombre de canaux de fréquences permet la configuration d'ensembles de Maîtres sans fil disjoints de leurs voisins de cellule à des fins de coexistence sans fil. L'ensemble de canaux de fréquences utilisé par le Maître sans fil est configuré dans la table de saut de fréquence (voir Article H.2).

4.5.3 Accès multiple par répartition dans le temps (AMRT)

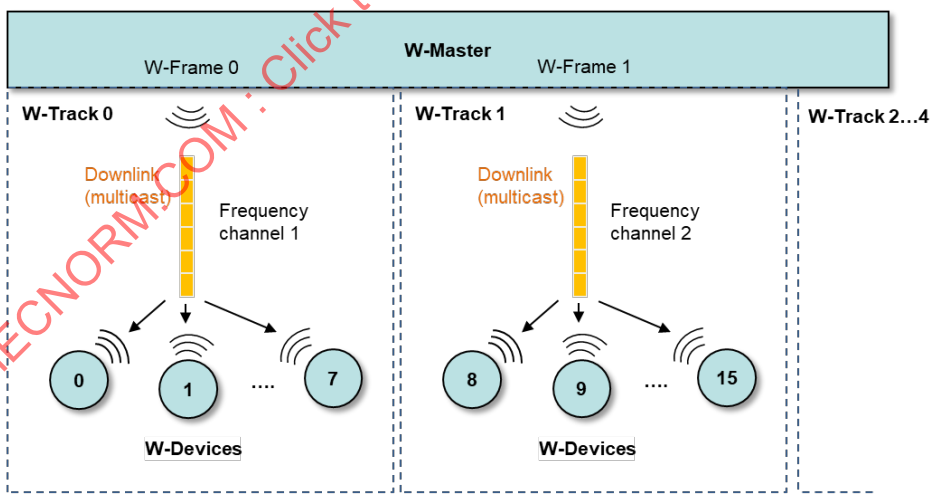
4.5.3.1 Généralités

La SDCI sans fil utilise les principes d'accès multiple par répartition dans le temps (AMRT). Un échange de communication entre un Maître sans fil et ses Appareils sans fil est divisé en une phase de "liaison descendante" qui est immédiatement suivie d'une phase de "liaison montante" pour une Voie sans fil et un canal de fréquences spécifiques. Les émetteurs du Maître sans fil et des Appareils sans fil fonctionnent en mode semi-duplex, basculant entre les modes Tx et Rx en fonction de leurs créneaux temporels.

L'AMRT exige des temporisations précises tant au niveau de l'émetteur que du récepteur. Au début d'un cycle AMRT, le canal de fréquences est choisi dans la table de saut. Les Appareils sans fil répondent à leurs créneaux temporels respectifs ultérieurs en utilisant le même canal de fréquences.

4.5.3.2 Liaison descendante

La communication en liaison descendante entre le Maître sans fil et ses Appareils sans fil peut contenir des Messages sans fil pour plusieurs Appareils sans fil, comme représenté à la Figure 12. Il s'agit donc d'une communication de distribution. Immédiatement après l'envoi de la liaison descendante, le Maître sans fil bascule ses radios du mode Tx au mode Rx, en attendant les transmissions en liaison montante ultérieures des Appareils sans fil de cette Voie sans fil.



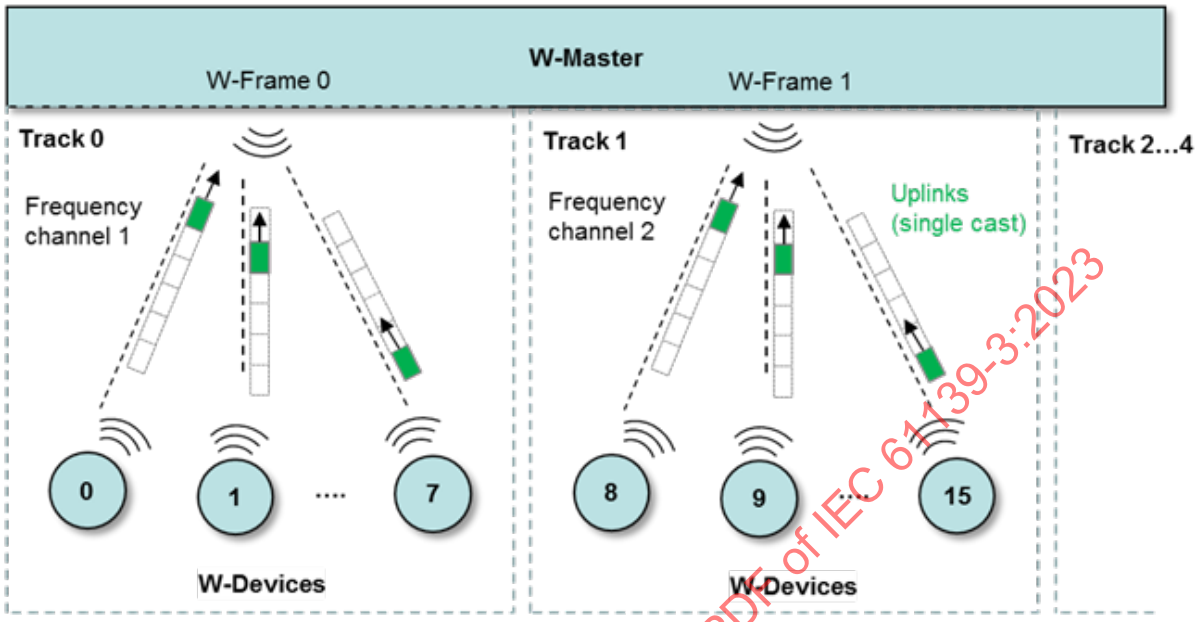
Anglais	Français
W-Master	Maître sans fil
W-Frame	Trame sans fil
Track	Voies
Downlink (multicast)	Liaison descendante (distribution)
Frequency channel	Canal de fréquences
W-Devices	Appareils sans fil

Figure 12 – Liaison descendante

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

4.5.3.3 Liaison montante

La Figure 13 démontre la livraison échelonnée en temps opportun des Messages sans fil uniques des Appareils sans fil à leur Maître sans fil.



Anglais	Français
W-Master	Maître sans fil
W-Frame 0	Trame sans fil 0
W-Frame 1	Trame sans fil 1
Track 0	Voie 0
Track 1	Voie 1
Track 2…4	Voies 2…4
Frequency channel 1	Canal de fréquences 1
Frequency channel 2	Canal de fréquences 2
W-Devices	Appareils sans fil
Uplinks (single cast)	Liaisons montantes (uniques)

Figure 13 – Liaison montante

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

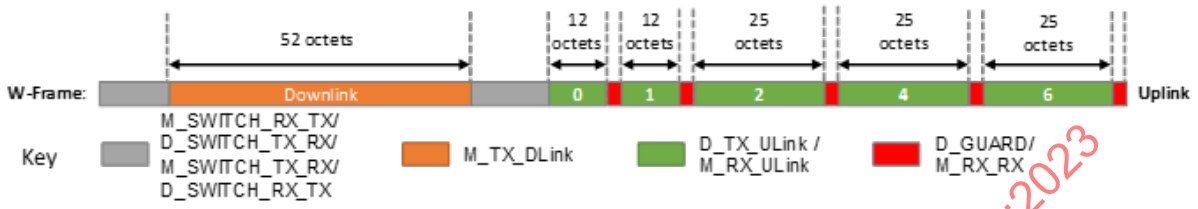
4.5.3.4 Synchronisation

Le Maître sans fil fournit l'horloge principale du système qui est une liaison descendante envoyée à chaque Sous-cycle sans fil. Pour basculer précisément le mode radio et envoyer les liaisons montantes dans les créneaux temporels correspondants, il est nécessaire de synchroniser les horloges des Appareils sans fil en continu avec l'horloge maître. La synchronisation d'une horloge d'Appareil sans fil a toujours lieu lorsque l'Appareil sans fil reçoit une liaison descendante du Maître sans fil. Lorsque les horloges ont dérogé à cette règle après une pause de communication plus longue entre le Maître sans fil et l'Appareil sans fil (ce qui se produit en particulier avec les Appareils sans fil basse consommation), l'Appareil sans fil peut écouter pendant une plus longue période jusqu'à ce qu'il détecte à nouveau la liaison descendante de son Maître sans fil.

Un Appareil sans fil appairé qui a perdu la synchronisation d'horloge connaît encore les canaux de fréquences de son Maître sans fil par l'intermédiaire de la table de fréquences. Il écoute simplement sur un canal de fréquences particulier jusqu'à ce qu'il reçoive une liaison descendante appropriée de son Maître sans fil et qu'il soit ensuite capable de se synchroniser avec la séquence de saut et les créneaux temporels de la liaison montante.

4.5.4 SSlots, DSlots et capacité de transmission

La capacité de transmission de la liaison descendante et de la liaison montante est représentée à la Figure 14. La liaison descendante peut transporter 52 octets. Une liaison montante peut transporter 12 octets ou 25 octets, selon le type de créneau "SSlot" ou "DSlot". Les DSlots combinent deux SSlots pour faire fonctionner des capteurs ou des actionneurs avec des données de processus plus importantes, mais cela réduit le nombre d'Appareils sans fil possibles par Voie sans fil.



Anglais	Français
W-Frame	Trame sans fil
52 octets	52 octets
12 octets	12 octets
25 octets	25 octets
Downlink	Liaison descendante
Uplink	Liaison montante
Key	Légende
M_SWITCH_RX_TX/	M_SWITCH_RX_TX/
D_SWITCH_TX_RX/	D_SWITCH_TX_RX/
M_SWITCH_TX_RX/	M_SWITCH_TX_RX/
D_SWITCH_RX_TX	D_SWITCH_RX_TX
M_TX_DLink	M_TX_DLink
D_TX_ULink/	D_TX_ULink/
M_RX_ULink	M_RX_ULink
D_GUARD	D_GUARD
M_RX_RX	M_RX_RX

Figure 14 – Capacité de transmission avec des SSlots et DSlots

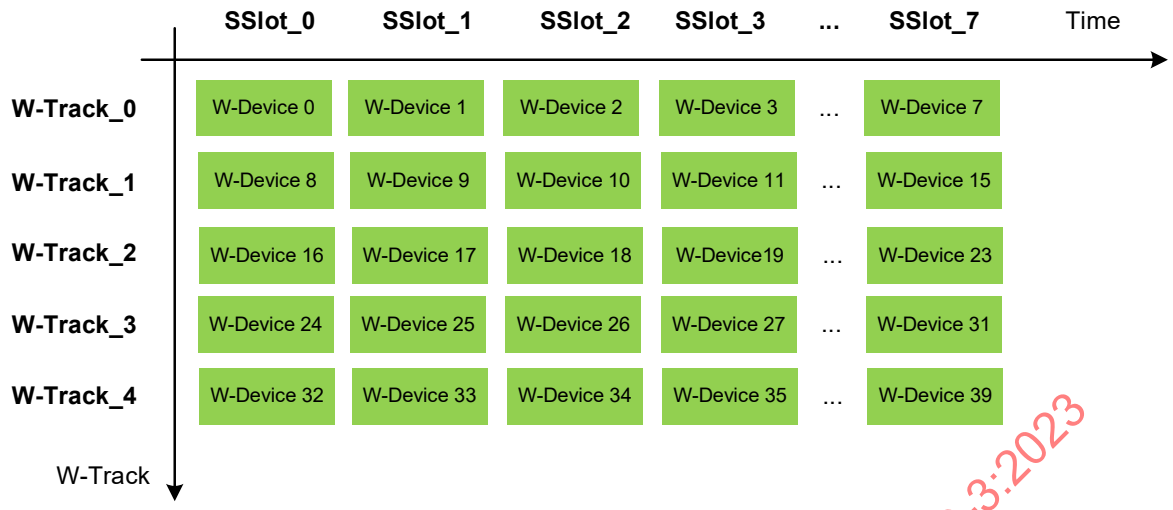
Certains octets sont exigés pour les données de contrôle de protocole et les sommes de contrôle d'intégrité, ce qui réduit finalement les données utiles de message utilisables. Les codages des données utiles de message sont énumérés à l'Article A.7.

4.5.5 Affectation des Appareils sans fil à des Voies sans fil et des créneaux temporels

Un Maître sans fil contient jusqu'à 5 Voies sans fil, qui sont numérotées de 0 à 4. Chaque Voie sans fil a jusqu'à 8 créneaux temporels, numérotés de 0 à 7. Cela permet un nombre maximal de 40 Appareils sans fil par Maître sans fil.

La Figure 15 représente l'affectation des numéros d'Appareil sans fil aux créneaux temporels et aux Voies sans fil.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



Anglais	Français
Time	Durée
W-Device	Appareil sans fil

Figure 15 – Affectations en liaison montante

L'affectation d'Appareils sans fil à une Voie sans fil et un numéro de créneau temporel est effectuée pendant la mise en service et l'appairage. Des écarts de numérotation dans le décompte des Appareils sans fil peuvent se produire en raison de l'utilisation de DSlots (les DSlots doivent toujours être placés sur des créneaux temporels pairs (voir Figure 32) ou des créneaux temporels non utilisés dans une Voie sans fil).

4.5.6 Affectation des Ports sans fil aux Appareils sans fil

Un Maître sans fil fournit un nombre limité de Ports sans fil virtuels, en fonction du nombre de Voies sans fil disponibles et de la configuration des créneaux temporels, car les Appareils sans fil avec occupation d'un DSlot réduisent le nombre de Ports sans fil disponibles. Le Maître sans fil doit donc mapper administrativement les créneaux temporels de ses Appareils sans fil avec ces Ports sans fil virtuels, ce qui est effectué au niveau de l'application pendant la mise en service. L'application doit tenir à jour une liste de Ports sans fil, numérotée de façon monotone croissante à partir de 0 dans la séquence de mise en service, et attribuer les créneaux temporels des Appareils sans fil de manière autonome. Le mapping entre les numéros de créneaux temporels des Ports sans fil et des Appareils sans fil est donné par l'intermédiaire du module de traitement des Ports sans fil de la Gestion système (SM). Le mappeur de Voie sans fil et d'Appareil sans fil (TDMapper) utilise ces informations pour mapper un Port sans fil avec la Voie sans fil et le créneau temporel correspondants (voir 6.2.2).

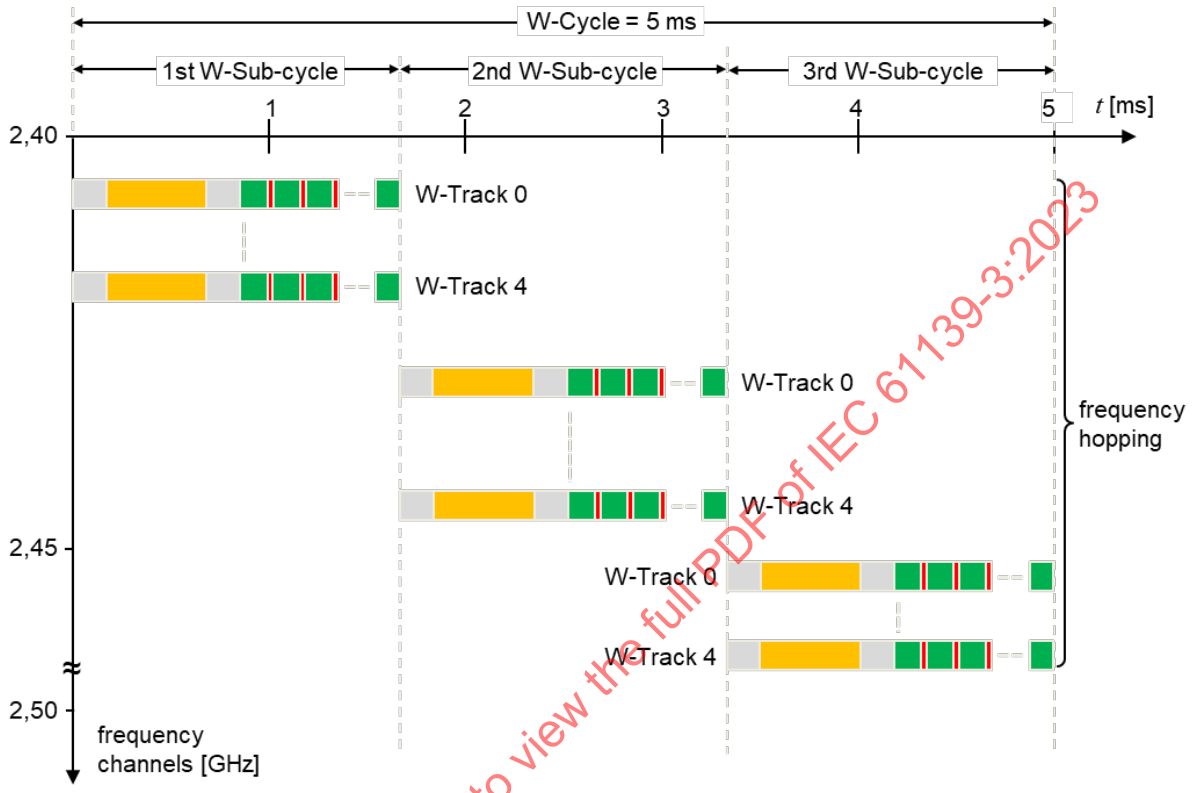
4.5.7 Cycle sans fil

Un Cycle sans fil utilise l'AMRT et l'AMRF en combinaison avec un mécanisme de retransmission pour obtenir une transmission sans fil très fiable. La durée normale d'un Cycle sans fil complet est de près de 5 ms, comme représenté à la Figure 16, et est constituée de trois Sous-cycles sans fil. Le Cycle sans fil est configurable par l'intermédiaire de SM_SetPortConfig avec une granularité de la durée d'un Sous-cycle sans fil.

Le Maître sans fil utilise les Sous-cycles sans fil restants pour les nouvelles tentatives en cas d'erreurs de transmission causées par des interférences dans les canaux. Les différents canaux de fréquences pour ces sous-cycles et pour chaque Voie sans fil sont la contre-mesure qui permet d'éviter ces interférences dans les canaux. Lorsqu'aucune retransmission n'est exigée au sein d'un Cycle sans fil, la largeur de bande inutilisée peut être utilisée pour transférer des données acycliques, telles que des données à la demande (OD) ou des Événements.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Un Maître sans fil peut comprendre jusqu'à cinq émetteurs-récepteurs (petites bandes) avec leur propre antenne et leurs canaux de fréquences spécifiques, appelés Voies sans fil. Chaque Voie sans fil peut servir jusqu'à 8 Appareils sans fil et envoyer et recevoir en alternance. Toutes les Voies sans fil d'un Maître sans fil effectuent des envois en même temps, sur différentes fréquences, conformément aux tables de saut de fréquences calculées, ce qui permet une utilisation optimale du support.



Anglais	Français
W-Cycle = 5 ms	Cycle sans fil = 5 ms
1st W-Sub-cycle	1er Sous-cycle sans fil
2nd W-Sub-cycle	2e Sous-cycle sans fil
2rd W-Sub-cycle	3e Sous-cycle sans fil
t[ms]	t[ms]
W-Track 0	Voie sans fil 0
W-Track 4	Voie sans fil 4
frequency hopping	saut de fréquence
frequency channels [GHz]	canaux de fréquences [GHz]

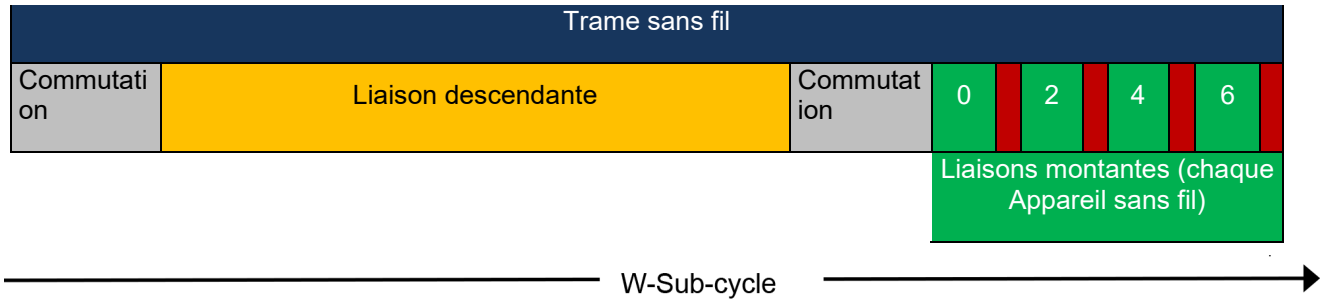
Figure 16 – AMRT et AMRF dans le Cycle sans fil

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

4.5.8 Trame sans fil

Une Trame sans fil est la structure de données dans laquelle est organisé un échange de communication entre un Maître sans fil et ses Appareils sans fil (voir Figure 17). Elle est structurée en intervalles de contrôle, liaison descendante et liaisons montantes. Dans l'intervalle de contrôle, la radio bascule entre la transmission et la réception et, dans le premier intervalle de contrôle, un saut de fréquence a également lieu.

La liaison descendante adresse les Appareils sans fil par distribution. Les liaisons montantes sont transmises ultérieurement Appareil sans fil par Appareil sans fil dans le créneau temporel concerné. La Trame sans fil est transmise dans un Sous-cycle sans fil de 1,664 ms.



Anglais	Français
W-Frame	Trame sans fil
Switch	Commutation
Downlink	Liaison descendante
Ulinks (each W-Device)	Liaisons montantes (chaque Appareil sans fil)

Figure 17 – Trame sans fil et Sous-cycle sans fil

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

4.6 Caractéristiques de la technologie SDCI sans fil

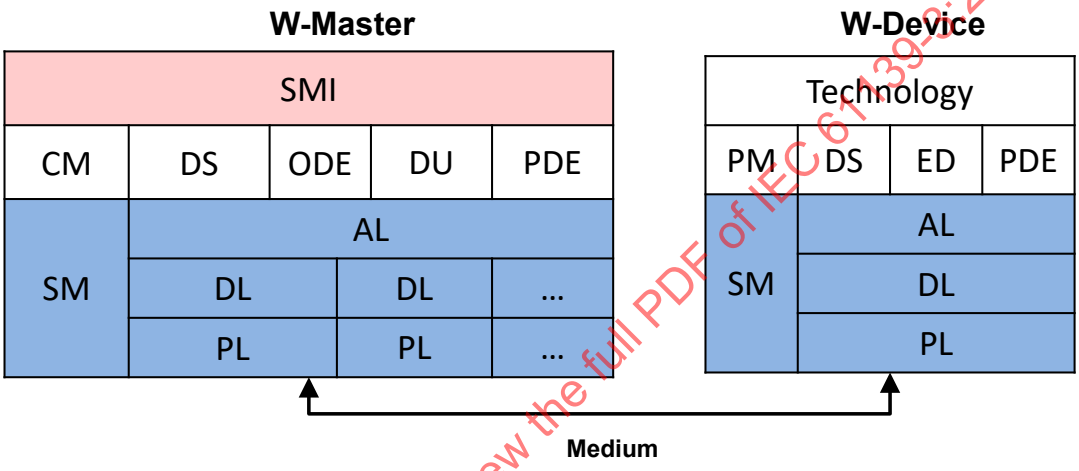
Les principales caractéristiques de la technologie SDCI sans fil sont les suivantes:

- 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 sans fil 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;
- il n'existe aucune limite pour les vitesses de déplacement relatif types des Appareils sans fil au sein d'une seule cellule de Maître sans fil;
- 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 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) peut être obtenue par un mécanisme de liste de blocage;

- pour respecter les normes réglementaires, la puissance de transmission est limitée à une 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.

4.7 Modèle de couche

Différents aspects de la communication sont réalisés par différentes couches de communication basées sur le modèle de couche conformément à l'IEC 61158-1. La structure logique du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil est représentée à la Figure 18.



Anglais	Français
W-Master	Maître sans fil
W-Device	Appareil sans fil
SMI	SMI
Technology	Technologie
Medium	Support

Figure 18 – Structure logique du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil

La couche physique (PL) en tant qu'interface radio pour la SDCI sans fil comprend la PL ainsi que les mécanismes sans fil (par exemple, appairage, listes de blocage…) avec tous les aspects relatifs à la radio:

- aspects de l'antenne;
- émetteurs-récepteurs radio;
- radiofréquences;
- transmission de données bidirectionnelle par liaison descendante et liaison montante (Sous-cycle sans fil);
- modèles d'accès au support et de saut de fréquence;
- structures de Sous-cycle sans fil.

Les éléments suivants spécifient la couche de liaison de données (DL):

- ordonnancement des données (DL-A);
- traitement des données (DL-B).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Les éléments suivants spécifient la couche d'application (AL):

- échange de données.

La Gestion système (SM) réalise:

- les états de fonctionnement;
- la fonctionnalité d'appairage pour le Maître sans fil et ses Appareils sans fil pendant la mise en service et le remplacement;
- le paramétrage (téléchargement des Paramètres sans fil).

En outre, le présent document fournit les modifications et extensions nécessaires de l'IEC 61131-9 pour le fonctionnement de la communication sans fil.

4.8 Évaluation de la conformité

La conformité au présent document ne peut pas être revendiquée si les exigences de l'Annexe J ne sont pas satisfaites.

5 Couche physique (PL)

5.1 Généralités

Le présent Article 5 décrit les définitions pertinentes pour les émetteurs-récepteurs et l'accès aux supports aussi bien sur le Maître sans fil que sur les Appareils sans fil, qui doivent satisfaire aux exigences décrites dans ce même Article 5.

5.2 Technologie de base, couche physique (PL)

5.2.1 Généralités

La SDCI sans fil utilise des fréquences comprises entre 2 401 MHz et 2 480 MHz de la bande ISM (utilisations industrielles, scientifiques et médicales) à 2,4 GHz sans licence.

La couche physique de la SDCI sans fil est basée sur la technologie éprouvée utilisée pour le Bluetooth© version 4.2 (Bluetooth Low Energy, voir [6]). Il est donc possible d'utiliser les radios disponibles sur le marché en veillant toutefois à ce que les exigences, décrites en 5.2, soient prises en compte.

5.2.2 Vitesse de transmission

La durée d'un bit dans les ondes radio T_{bit} est de 1 µs comme représenté à la Figure 19. Par conséquent, la vitesse de transmission brute est de 1 Mbit/s.

5.2.3 Précision de la fréquence porteuse

Les fréquences porteuses f_c d'un Maître sans fil ou d'un Appareil sans fil ne doivent pas s'écarter de plus de +/- 20 ppm.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.2.4 Étalonnage de la fréquence porteuse d'un Appareil sans fil

Les Appareils sans fil ajustent leur fréquence porteuse à celles de leur Maître sans fil. Pour régler la fréquence porteuse et compenser le vieillissement et les dérives thermiques, les Appareils sans fil doivent mesurer l'écart de fréquence pendant la réception de chaque liaison descendante. Cet écart est utilisé par l'Appareil sans fil pour le réétalonnage de sa fréquence porteuse avant chaque transmission.

Si un Appareil sans fil attend une demande d'appairage de la part d'un Maître sans fil pendant plus de 2 min sur le canal de configuration, il doit commencer à balayer sa fréquence porteuse par pas de fréquence de +/- 25 kHz. Chaque pas de fréquence doit être utilisé quatre fois avant le pas suivant. L'écart maximal du balayage est de +/- 250 kHz.

5.2.5 Étalonnage de la fréquence porteuse d'un Maître sans fil

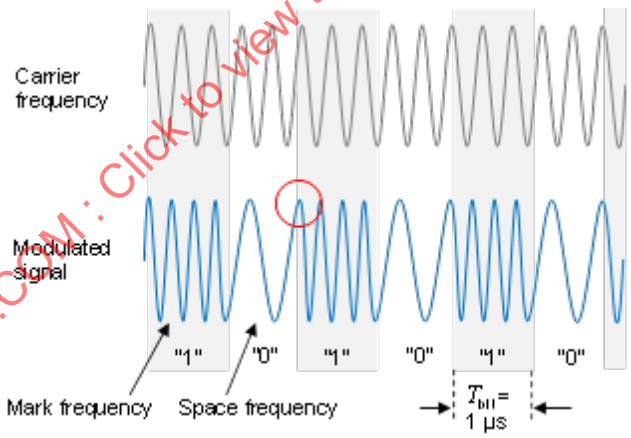
Il convient que les fréquences porteuses d'un Maître sans fil soient étalonnées conformément à la précision de la fréquence porteuse définie pendant la fabrication.

5.2.6 Modulation

La SDCI sans fil utilise un modèle de modulation par déplacement de fréquence à filtre gaussien binaire (GFSK) avec un produit durée d'un bit/bande passante du filtre gaussien BT = 0,5. L'indice de modulation doit être de 0,5 (une valeur d'indice de modulation comprise entre 0,45 et 0,55 est tolérable).

La Figure 19 représente une fréquence porteuse non modulée et le signal modulé de fréquence binaire. Un 1 binaire doit être représenté par un écart de fréquence positif, et un 0 binaire doit être représenté par un écart de fréquence négatif.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



Anglais	Français
Carrier frequency	Fréquence porteuse
Modulated signal	Signal modulé
Mark frequency	Fréquence de marque
Space frequency	Espacement de fréquences
T_{bit} = 1 µs	T_{bit} = 1 µs

Figure 19 – Technologie de base et modulation

Les transitions de fréquence sont non linéaires (cercle rouge dans la Figure 19) et provoquent des harmoniques interférents. Un filtre gaussien réduit cet impact. L'ensemble du mécanisme de modulation est appelé modulation par déplacement de fréquence à filtre gaussien (GFSK).

5.2.7 Puissance de transmission

La puissance de transmission doit satisfaire à la FCC 15.247 et à l'ETSI EN 300 328 pour l'utilisation de la bande de fréquences ISM à 2,4 GHz. Pour cette raison, il convient que la puissance de transmission maximale d'un Maître sans fil ou d'un Appareil sans fil ne dépasse pas un total de 10 mW. Si au niveau d'un Maître sans fil plusieurs Voies sans fil sont utilisées, toutes les Voies sans fil partagent 10 mW. Par conséquent, le gain d'antenne doit être pris en compte.

La puissance de sortie doit être contrôlée en définissant l'attribut TransmitPower.

La puissance de transmission doit être suffisamment élevée pour satisfaire aux exigences en matière de plage et de fiabilité.

Le Maître sans fil à voie unique doit être capable de transmettre avec une puissance d'au moins +6 dBm.

Les Maîtres sans fil à voies multiples doivent être capables de transmettre avec une puissance d'au moins 0 dBm par Voie sans fil.

L'Appareil sans fil doit être capable de transmettre avec une puissance d'au moins +4 dBm.

5.2.8 Antenne

Si les règlements des radiocommunications (voir 5.2.7) sont respectés, un Maître sans fil ou un Appareil sans fil peut utiliser des antennes internes ou externes. Si une antenne avec une caractéristique de direction est utilisée, la puissance de transmission maximale d'une PIRE ≤ 10 dBm doit être observée dans n'importe quelle direction.

Pour satisfaire aux exigences en matière de plage et de fiabilité, une efficacité d'antenne élevée est préférable.

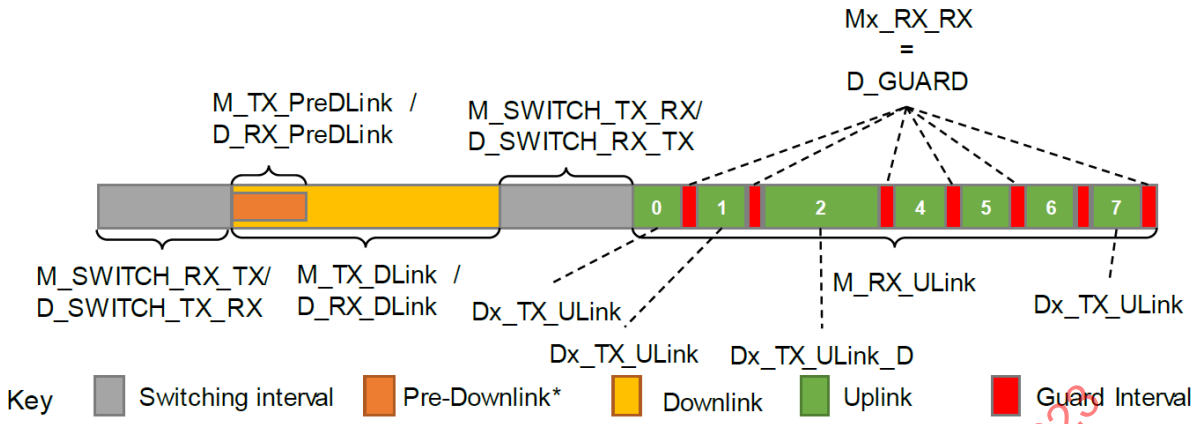
5.2.9 Sensibilité du récepteur SDCI sans fil

La sensibilité radio minimale du côté du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil doit être d'au moins -94 dBm. Pour plus de détails, voir Annexe K.

5.2.10 Temporisations de l'émetteur-récepteur

Pour satisfaire aux temporisations nécessaires pour le Sous-cycle sans fil, comme représenté à la Figure 20 (voir 5.4), les exigences du Tableau 1 et du Tableau 2 doivent être satisfaites.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



*NOTE: Pre-Downlink for Low-Energy-Devices is not listed, since a Low-Energy-Device must be able to receive a complete Downlink.

Anglais	Français
Mx_RX_RX = D_GUARD	Mx_RX_RX = D_GUARD
M_TX_PreDLink / D_RX_PreDLink	M_TX_PreDLink / D_RX_PreDLink
M_SWITCH_TX_RX/ D_SWITCH_RX_TX	M_SWITCH_TX_RX/ D_SWITCH_RX_TX
M_SWITCH_RX_TX/ D_SWITCH_TX_RX	M_SWITCH_RX_TX/ D_SWITCH_TX_RX
M_TX_Dlink / D_RX_DLink	M_TX_Dlink / D_RX_DLink
DX_TX_ULink	DX_TX_ULink
DX_TX_ULink_D	DX_TX_ULink_D
Dx_TX_ULink	Dx_TX_ULink
Key	Légende
Switching interval	Intervalle de commutation
Pre-Downlink*	Préliaison descendante*
Downlink	Liaison descendante
Uplink	Liaison montante
Guard Interval	Intervalle de garde
*NOTE: Pre-Downlink for Low-Energy-Devices is not listed, since a Low-Energy-Device must be able to receive a complete Downlink.	*NOTE: La préliaison descendante pour les Appareils basse consommation n'est pas énumérée, car un Appareil basse consommation doit être en mesure de recevoir une liaison descendante complète.

Figure 20 – Temporisations de l'émetteur-récepteur

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 1 – Temporisations des émetteurs-récepteurs durant un Sous-cycle sans fil du Maître sans fil

Maître sans fil					
Nom (voir Figure 20)	**Valeur minimale**	**Valeur type**	**Valeur maximale**	**Unité**	**Remarque**
Précision de l'oscillateur	-20	0	20	ppm	Écart maximal autorisé de l'oscillateur
T_{BIT}	N/A	1	N/A	µs	Temps binaire à une vitesse de transmission de 1 Mbit/s
M_SWITCH_RX_TX	-1	208	+1	µs	Temps entre la fin de la dernière liaison montante et le début de la liaison descendante suivante. Dans ce délai, l'émetteur-récepteur du Maître sans fil doit modifier le canal de fréquences et basculer de la réception (Rx) à l'émission (Tx). La transmission de la liaison descendante doit commencer immédiatement après cet intervalle de temps.
M_TX_DLink	N/A	416	N/A	T_{BIT}	L'émetteur-récepteur du Maître sans fil doit transmettre une liaison descendante complète avec 416 bits à tous les Appareils sans fil.
M_TX_PRE-DLink	N/A	88	N/A	T_{BIT}	L'émetteur-récepteur du Maître sans fil doit transmettre à tous les Appareils sans fil une partie Préliaison descendante du paquet en liaison descendante complète avec 88 bits.
M_SWITCH_TX_RX	-1	208	+1	µs	Temps entre la fin de la liaison descendante et le début des liaisons montantes. Dans ce délai, l'émetteur-récepteur doit basculer de l'émission (Tx) à la réception (Rx). La réception des liaisons montantes doit commencer immédiatement après cet intervalle de temps. NOTE Aucun changement de fréquence.
M_RX_ULink	N/A	832	N/A	T_{BIT}	Réception de toutes les liaisons montantes des Appareils sans fil séparés durant un Sous-cycle sans fil à la fréquence de la liaison descendante: seulement SSlot: 8 × (96 T_{BIT} + D_GUARD) seulement DSlot: 4 × (200 T_{BIT} + D_GUARD) ou mélange de SSlot et DSlot NOTE Voir Mx_RX_RX.
Mx_RX_RX	N/A	8	N/A	T_{BIT}	Temps de réception entre deux liaisons montantes, à l'exception de la dernière liaison montante. Par exemple: L'émetteur-récepteur du Maître sans fil reçoit une liaison montante x. Après cette liaison montante, l'émetteur-récepteur dispose de ce temps pour revenir en Rx et recevoir la prochaine liaison montante x+1. Le temps de récupération doit être inférieur au temps donné pour $8T_{BIT}$.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 2 – Temporisations de l'émetteur-récepteur durant un Sous-cycle sans fil d'Appareil sans fil

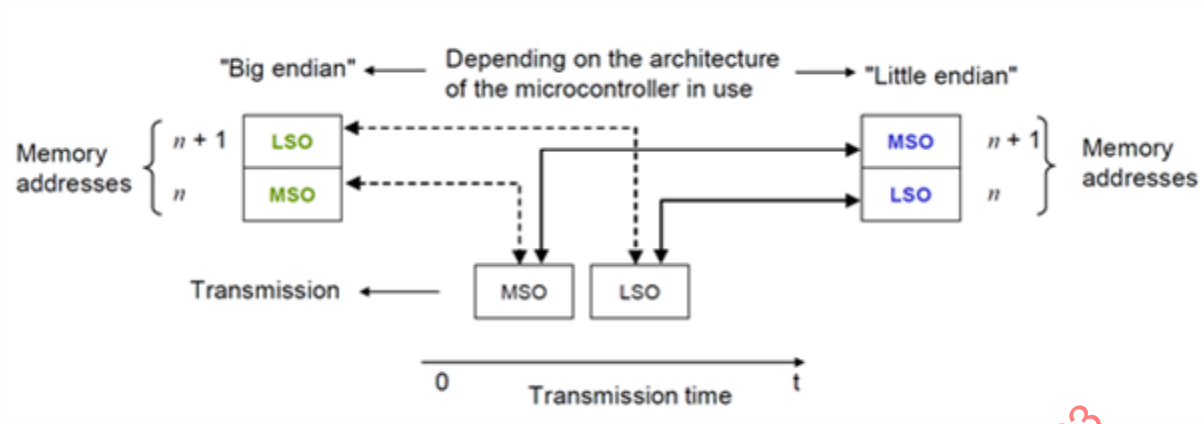
Appareil sans fil					
Nom (voir Figure 20)	**Valeur minimale**	**Valeur type**	**Valeur maximale**	**Unité**	**Remarque**
Écart de radiofréquences	-250	0	250	kHz	Erreur de fréquence porteuse maximale, qui peut être tolérée par la radio
Pas de correction de fréquence	N/A	25	N/A	kHz	Pas de fréquence utilisée par la correction de l'erreur de fréquence porteuse
T_{BIT}	N/A	1	N/A	µs	Temps binaire à une vitesse de transmission de 1 Mbit/s
D_SWITCH_TX_RX	-1	208	+1	µs	Temps entre la fin de la liaison montante du créneau temporel 7 et le début de la liaison descendante suivante. Dans ce délai, l'émetteur-récepteur de l'Appareil sans fil doit modifier le canal de fréquences et basculer de l'émission (Tx) à la réception (Rx). La réception de la liaison descendante pour chaque créneau temporel doit commencer immédiatement après ce créneau temporel.
D_RX_DLink	N/A	416	N/A	T_{BIT}	L'Appareil sans fil doit recevoir un paquet en liaison descendante complète avec 416 bits.
D_RX_PPE-DLink	N/A	88	N/A	T_{BIT}	Les Appareils sans fil basse consommation doivent recevoir une partie Préliaison descendante du paquet en liaison descendante complète avec 88 bits.
D_SWITCH_RX_TX	-1	208	+1	µs	Temps entre la fin de la liaison descendante et le début de la liaison montante du créneau temporel 0. Dans ce délai, l'émetteur-récepteur de l'Appareil sans fil doit basculer de la réception (Rx) à l'émission (Tx). La différence de temps entre la fin de l'intervalle de temps D_SWITCH_RX_TX et le début de la transmission pour chaque liaison montante peut être calculée comme suit: Slot_N x [D_TX_ULink + D_GUARD] NOTE Aucun changement de fréquence.
Dx_TX_ULink	N/A	96	N/A	T_{BIT}	Durée pendant laquelle un Appareil sans fil à créneau temporel simple envoie sa liaison montante.
Dx_TX_ULink_D	N/A	200	N/A	T_{BIT}	Durée pendant laquelle un Appareil sans fil à créneau temporel double envoie sa liaison montante.
D_GUARD	N/A	8	N/A	µs	Temps de garde entre deux liaisons montantes. Cela empêche le "chevauchement radio" de la liaison montante de l'Appareil sans fil avant ou après.
D_GUARD/2	N/A	4	N/A	µs	Temps d'incertitude à la réception de la liaison descendante côté Appareil sans fil

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.3 Liaison descendante et liaison montante

5.3.1 Ordre d'octets de transmission pour les types de données à base de MOTS

Les valeurs au sein des données utiles, indépendantes de l'architecture, sont transmises au format Big Endian, comme représenté à la Figure 21. La règle suivante doit s'appliquer: l'octet de poids fort (MSO) doit être transmis en premier.



Anglais	Français
“Big endian:	"Gros-boutiste"
Depending on the architecture of the microcontroller in use	En fonction de l’architecture du microcontrôleur utilisé
“Little endian”	"Petit-boutiste"
Memory addresses	Adresses mémoire
n+1	n+1
n	n
LSO	LSO
MSO	MSO
Transmission	Transmission
Transmission time	Temps de transmission

Légende:

MSO = Octet de poids fort

LSO = Octet de poids faible

Figure 21 – Ordre de stockage en mémoire et de transmission de valeurs pour des types de données à base de MOTS

5.3.2 Transmission en liaison descendante et en liaison montante

L’ordre des bits à l’intérieur de chaque octet dans les ondes radio suit le format petit-boutiste. Le Bit de poids faible (LSB) est le premier bit, qui doit être envoyé par radio pour chaque octet. Par exemple, une valeur de 8 bits 0x26(hex) (0010 0110 binaire) est transmise comme représenté à la Figure 22.

b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7
0	1	1	0	0	1	0	0

Temps de transmission radio

Figure 22 – Ordre des bits à l’intérieur d’un octet

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

La radio transmet des octets de données utiles sous forme de matrice d'octets par ondes radio, comme représenté à la Figure 23. L'ordre des octets n'est pas modifié pendant la transmission/réception de données.

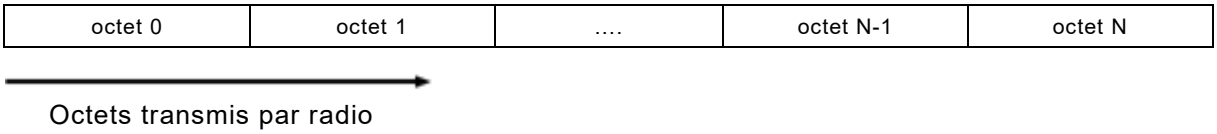


Figure 23 – Transmission radio sous forme de matrice d'octets

5.3.3 Préambule

Chaque paquet en liaison descendante ou en liaison montante commence toujours par un "Préambule", qui est un modèle de bit unique. Les deux octets du Préambule peuvent contenir soit la valeur "0xAA" soit la valeur "0x55". Si le premier bit du mot de synchronisation dans les ondes radio est "0", le préambule doit être défini sur "0xAA", sinon le préambule doit être défini sur "0x55". Par exemple, le mot de synchronisation "0x59943E" utilisé doit être défini sur "0xAA". Il doit être enregistré dans le tampon d'émission comme indiqué dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Ordre des octets dans les valeurs du Préambule

Premier bit du mot de synchronisation radio	Octet de préambule 0	Octet de préambule 1
0	AA	AA
1	55	55

5.3.4 Mot de synchronisation

Le mot de synchronisation suit immédiatement le préambule. Le mot de synchronisation est exigé pour la synchronisation d'octets et l'identification du paquet en tant que paquet SDCI sans fil. Le mot de synchronisation long de trois octets doit être enregistré dans le tampon d'émission directement après le préambule.

ConfigSyncword

Ce mot de synchronisation est utilisé pour les canaux de configuration. Les octets du ConfigSyncword doivent avoir les valeurs et l'ordre d'octets indiqués dans le Tableau 4.

Tableau 4 – Ordre des octets de ConfigSyncword

Octet de ConfigSyncword 0	Octet de ConfigSyncword 1	Octet de ConfigSyncword 2
3E	94	59

DataSyncword

Différents mots de synchronisation peuvent être utilisés pour améliorer le comportement de coexistence dans un environnement avec plusieurs Maîtres sans fil. Ce mot de synchronisation est utilisé pour les canaux de données. Dans cette version de l'extension système, les octets du DataSyncword doivent avoir les valeurs et l'ordre d'octets indiqués dans le Tableau 5. Ce DataSyncword doit être transmis sur demande d'appairage du Maître sans fil à l'Appareil sans fil (voir Figure B.3). Conformément au présent document, seul le DataSyncword du Tableau 5 doit être utilisé. Le DataSyncword par défaut est 3E 94 59.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 5 – Liste des DataSyncword

Octet de DataSyncword 0	Octet de DataSyncword 1	Octet de DataSyncword 2
3E	94	59
B3	A3	14
1A	2D	EE
94	A3	DB
9C	92	E8
38	D2	EE
D8	C6	A9
91	B5	E3
2D	A3	13
69	D1	39
D8	72	1D
91	DB	E2
E9	5C	13
C7	A6	14
44	6B	63
A7	72	D2
31	4D	ED
96	39	15
68	5D	72
C6	74	2B
38	B7	15
C9	29	17
8D	1C	4B
DC	9A	5C
49	DC	5C
92	5D	73
6C	DC	2D
A7	9C	2D
68	A3	73
A4	73	17

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.3.5 CRC de liaison descendante et de liaison montante

Le CRC est nécessaire pour éviter la réception d'un message erroné en tant que message correct. Les octets de partie de paquet Préliaison descendante, les paquets en liaison descendante et en liaison montante se terminent par un CRC pour vérifier leur cohérence après la transmission sans fil. Le CRC de partie de paquet Préliaison descendante a une longueur de 16 bits. Le paquet en liaison descendante complète et tous les paquets en liaison montante ont une longueur de CRC de 32 bits. Pour obtenir la même probabilité de message correct pour les liaisons montantes et le paquet en liaison descendante complète, un CRC plus long est nécessaire en raison de leur longueur de données.

5.3.6 Transmission de CRC

Le résultat des CRC16 et CRC32 doit être enregistré dans un format Gros-boutiste dans le tampon d'émission. Le CRC est transmis avec le bit de poids fort en premier (voir Figure 24 et Figure 25).

Bit	Octet															
	0								1							
Bit d'octet	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
Bit de CRC	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Figure 24 – Ordre des octets des valeurs de résultat de CRC16

Bit	Octet															
	0								1							
Bit d'octet	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
Bit de CRC	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16

a) Octets 0 et 1

Bit	Octet															
	2								3							
Bit d'octet	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
Bit de CRC	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

b) Octets 2 et 3

Figure 25 – Ordre des octets des valeurs de résultat de CRC32

5.3.7 Blanchiment des données

Avant la transmission et après la réception, la Trame sans fil est brouillée/débrouillée à l'aide d'un polynôme de blanchiment des données afin de randomiser les données à partir d'un modèle fortement redondant et de réduire le plus possible le biais DC dans la Trame sans fil. La SDCI sans fil doit utiliser le même filtre blanchisseur que la spécification de base 4.2 du Bluetooth SIG avec le polynôme représenté dans l'Équation (1).

$$P = X^7 + X^4 + 1 \quad (1)$$

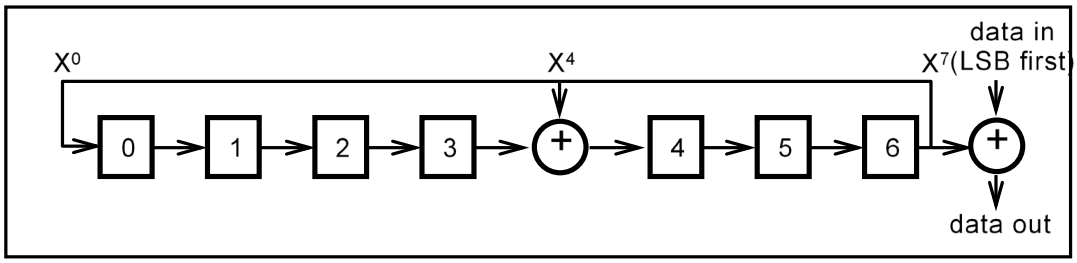
où

P est le polynôme,

X^j est le coefficient correspondant à l'étape j.

La Figure 26 représente la réalisation du générateur de nombres pseudoaléatoires de blanchiment à l'aide d'un registre à décalage rebouclé.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



Anglais	Français
data in (LSB first)	entrée des données (LSB en 1er)
data out	sortie des données

Figure 26 – LFSR de blanchiment des données

Pour chaque transmission de paquets, le registre à décalage doit être initialisé avec une valeur de départ qui dépend du numéro de canal de fréquences actuel. Le Tableau 6 indique la relation entre le numéro de canal de fréquences et la valeur de départ du registre à décalage.

Tableau 6 – Valeurs de départ du LFSR

Numéro de canal de fréquences	Valeur de départ du LFSR							
	Position du bit							Valeur en HEX
	0	1	2	3	4	5	6	[Bit 6 = MSB]
1, 41	1	0	0	0	0	0	1	0x41
2, 42	1	0	0	0	0	1	0	0x21
3, 43	1	0	0	0	0	1	1	0x61
4, 44	1	0	0	0	1	0	0	0x11
5, 45	1	0	0	0	1	0	1	0x51
6, 46	1	0	0	0	1	1	0	0x31
7, 47	1	0	0	0	1	1	1	0x71
8, 48	1	0	0	1	0	0	0	0x09
9, 49	1	0	0	1	0	0	1	0x49
10, 50	1	0	0	1	0	1	0	0x29
11, 51	1	0	0	1	0	1	1	0x69
12, 52	1	0	0	1	1	0	0	0x19
13, 53	1	0	0	1	1	0	1	0x59
14, 54	1	0	0	1	1	1	0	0x39
15, 55	1	0	0	1	1	1	1	0x79
16, 56	1	0	1	0	0	0	0	0x05
17, 57	1	0	1	0	0	0	1	0x45
18, 58	1	0	1	0	0	1	0	0x25
19, 59	1	0	1	0	0	1	1	0x65
20, 60	1	0	1	0	1	0	0	0x15
21, 61	1	0	1	0	1	0	1	0x55
22, 62	1	0	1	0	1	1	0	0x35
23, 63	1	0	1	0	1	1	1	0x75
24, 64	1	0	1	1	0	0	0	0x0D

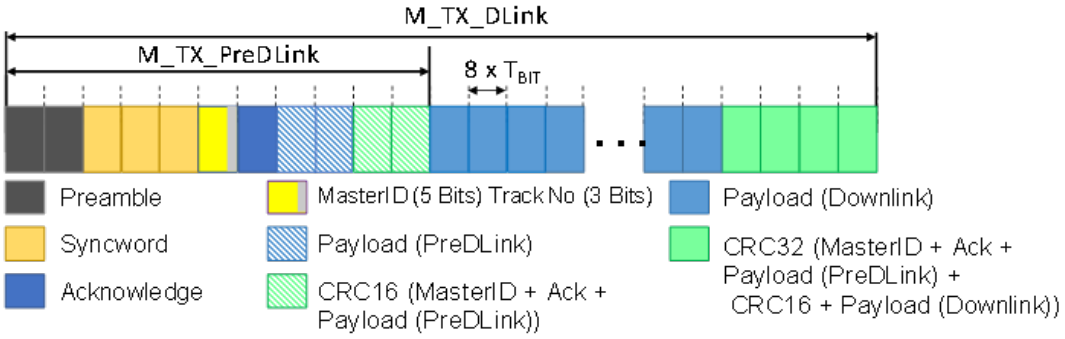
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Numéro de canal de fréquences	Valeur de départ du LFSR							
	Position du bit							Valeur en HEX
	0	1	2	3	4	5	6	[Bit 6 = MSB]
25, 65	1	0	1	1	0	0	1	0x4D
26, 66	1	0	1	1	0	1	0	0x2D
27, 67	1	0	1	1	0	1	1	0x6D
28, 68	1	0	1	1	1	0	0	0x1D
29, 69	1	0	1	1	1	0	1	0x5D
30, 70	1	0	1	1	1	1	0	0x3D
31, 71	1	0	1	1	1	1	1	0x7D
32, 72	1	1	0	0	0	0	0	0x03
33, 73	1	1	0	0	0	0	1	0x43
34, 74	1	1	0	0	0	1	0	0x23
35, 75	1	1	0	0	0	1	1	0x63
36, 76	1	1	0	0	1	0	0	0x13
37, 77	1	1	0	0	1	0	1	0x53
38, 78	1	1	0	0	1	1	0	0x33
39, 79	1	1	0	0	1	1	1	0x73
40, 80	1	1	0	1	0	0	0	0x0B

5.3.8 Paquet en liaison descendante normale

La structure des données du paquet en liaison descendante normale est représentée à la Figure 27. La distribution des données utiles de préliaison descendante et de liaison descendante complète est assemblée de manière dynamique par le module de traitement des messages (voir Article A.7). La structure des données du paquet en liaison descendante est décrite en détail à l'Article B.2.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

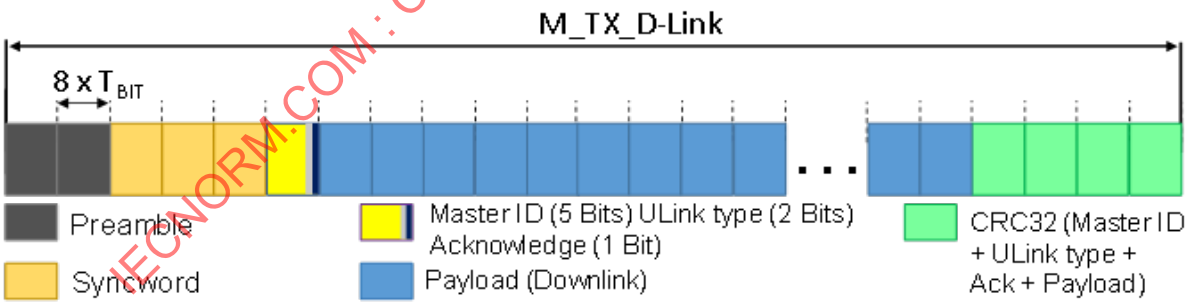


Anglais	Français
Preamble	Préambule
Syncword	Mot de synchronisation
Acknowledge	Acquittement
Masterl D (5Bits) Track No (3 Bits)	MasterID (5 bits) N° de Voie (3 bits)
Payload (PreDLink)	Données utiles (préliaison descendante)
CRC16 (Masterl D + Ack + Payload (PreDLink))	CRC16 (MasterID + ACK + Données utiles (PreDLink))
Payload (Downlink)	Données utiles (Liaison descendante)
CRC32 (MasterID + Ack + Payload (PreDLink) + CRC16 + Payload (Downlink))	CRC32 (MasterID + ACK + Données utiles (PreDLink) + CRC16 + Données utiles (DLink))

Figure 27 – Paquet en liaison descendante normale

5.3.9 Paquet en liaison descendante de configuration

La structure des données du paquet en liaison descendante de configuration est représentée à la Figure 28. Le contenu des données utiles est compilé par la couche physique (voir Annexe D). La structure des données de la liaison descendante de configuration est décrite en détail à l'Article B.3.



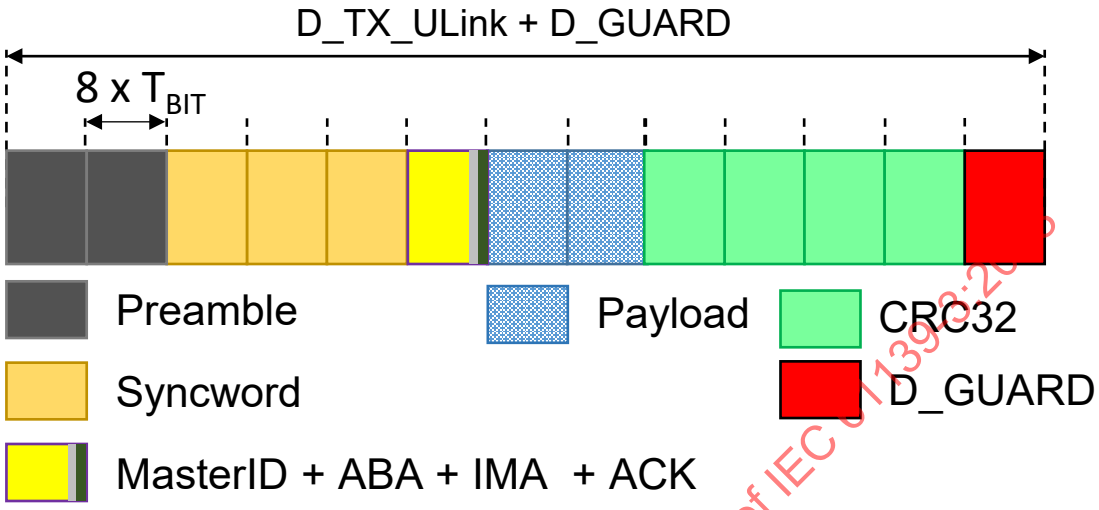
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Anglais	Français
M_TX_D-Link	M_TX_D-Link
8 x T BIT	8 x T BIT
Preamble	Préambule
Syncword	Mot de synchronisation
Master ID (5 Bits) Ulink type (2 Bits) Acknowledge (1 Bit)	MasterID (5 bits) Type de liaison montante (2 bits) Acquittement (1 bit)
Payload (Downlink)	Données utiles (liaison descendante)
CRC32 (Master ID + Ulink Type + Ack + Payload)	CRC32 (MasterID + Type de liaison montante + ACK + Données utiles)

Figure 28 – Paquet en liaison descendante de configuration

5.3.10 Créneau temporel simple en liaison montante

La structure du créneau temporel simple en liaison montante (SSlot) est représentée à la Figure 29. Le module de traitement DL-A compile les données utiles en liaison montante. Il y a un maximum de 8 SSlots possibles par Voie sans fil d'une Trame sans fil.

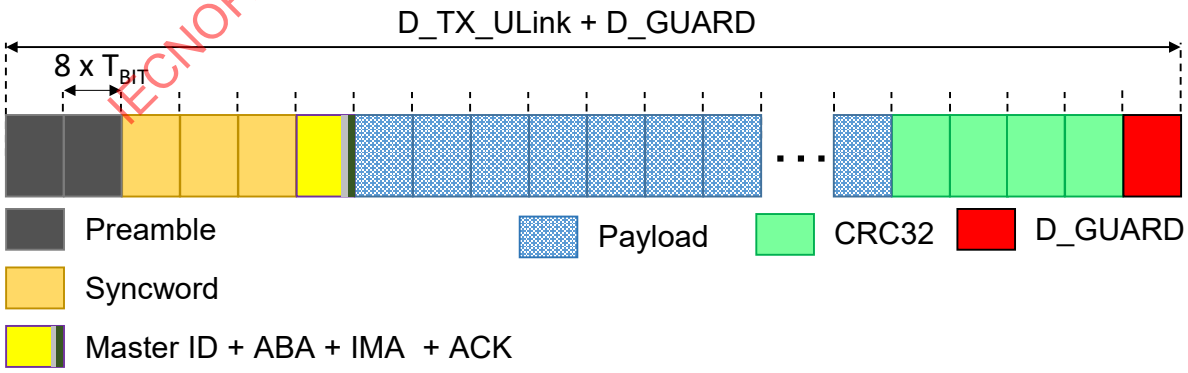


Anglais	Français
Preamble	Préambule
Syncword	Mot de synchronisation
Master ID + ABA + IMA + ACK	MasterID + ABA + IMA + ACK
Payload	Données utiles

Figure 29 – Paquet en liaison montante + Garde (SSlot)

5.3.11 Créneau temporel double en liaison montante

La structure du DSlot en liaison montante est représentée à la Figure 30. Le module de traitement DL-A compile les données utiles en liaison montante. Il y a un maximum de 4 DSlots possibles par Voie sans fil d'une Trame sans fil.



Anglais	Français
Preamble	Préambule
Syncword	Mot de synchronisation
Payload	Données utiles

Figure 30 – Paquet en liaison montante + Garde (DSlot)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.4 Sous-cycle sans fil

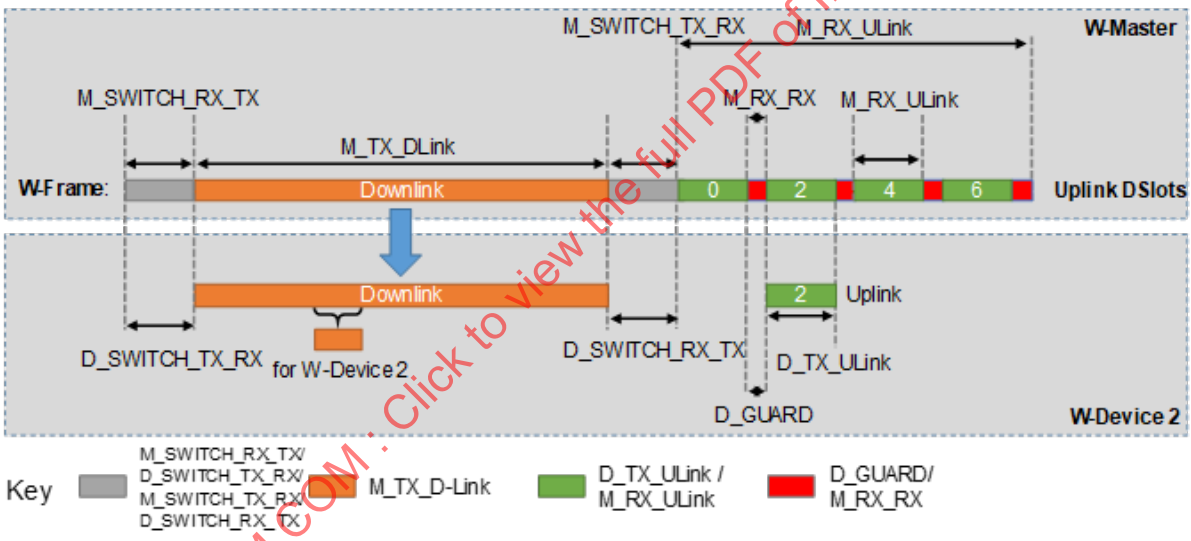
5.4.1 Généralités

Le concept général du Cycle sans fil et des Sous-cycles sans fil est spécifié à la Figure 16. Le paragraphe 5.4 explique les définitions des paquets dans une Trame sans fil.

5.4.2 Structure d'un Sous-cycle sans fil

Un Sous-cycle sans fil décrit une trame temporelle d'une durée de 1,664 ms, car la durée minimale d'un cycle doit être inférieure à 5 ms. À cet effet, le Sous-cycle sans fil a une longueur de 1,664 ms => 3 x cycle < 5 ms. Dans un Sous-cycle sans fil, un échange de communication complet entre un Maître sans fil et ses Appareils sans fil est organisé (voir Figure 31). Le codage détaillé des Messages sans fil au sein des Sous-cycles sans fil est décrit à l'Annexe D.

La première partie d'un Sous-cycle sans fil est un intervalle de contrôle de 208 µs. Dans cet intervalle, la fréquence porteuse et le mode émetteur-récepteur sont réglés. Après cela, ladite "liaison descendante" débute. La liaison descendante a une durée de 416 µs et peut contenir un ou plusieurs Messages sans fil individuels pour chaque Appareil sans fil (par exemple, Appareil sans fil dans le Slot_N 2 à la Figure 31).



Anglais	Français
W-Master	Maître sans fil
W-Frame:	Trame sans fil:
Downlink	Liaison descendante
Uplink Dslots	DSlots en liaison montante
Uplink	Liaison montante
for W-Device 2	Pour Appareil sans fil 2
W-Device 2	Appareil sans fil 2
Key	Légende

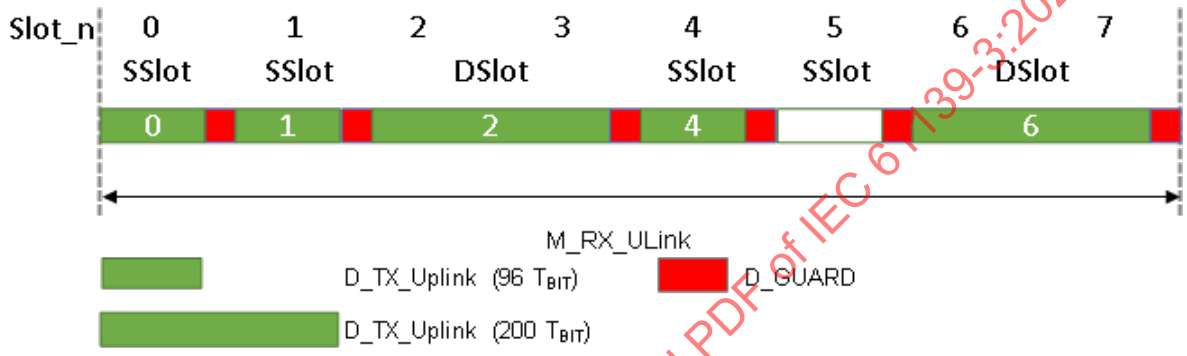
Figure 31 – Format d'un Sous-cycle sans fil avec des DSlots

Après l'intervalle de contrôle pendant lequel les émetteurs-récepteurs du Maître sans fil basculent de l'émission (Tx) à la réception (Rx) et inversement pour ceux de l'Appareil sans fil, les transmissions en liaison montante d'une durée totale de 832 µs commencent. Dans la "liaison montante", chaque Appareil sans fil a son propre créneau temporel pour répondre (par exemple, Slot_N 2 pour l'Appareil sans fil 2 à la Figure 31).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Entre les créneaux temporels en liaison montante séquentielle, un intervalle de garde d'une durée de 8 µs est placé. Au début de l'intervalle de garde, l'Appareil sans fil précédent arrête l'envoi, tandis que l'Appareil sans fil suivant commence l'envoi à la fin de l'intervalle de garde. L'intervalle de garde est exigé pour la récupération du Maître sans fil.

Un Appareil sans fil peut utiliser deux types de créneaux temporels dans une liaison montante avec une durée différente: des créneaux temporels simples (SSlots) d'une longueur de 96 µs (voir Figure 29) ou des créneaux temporels doubles (DSlots) d'une longueur de 200 µs (voir Figure 30). Ce n'est qu'en utilisant des SSlots que le nombre maximal de 8 Appareils sans fil par Voie sans fil peut être atteint. Les DSlots doivent toujours commencer à un numéro de créneau temporel pair. Si dans une Voie sans fil un nombre impair de SS lots est utilisé, il n'est pas possible d'utiliser un seul SSlot (par exemple, SSlot 5 à la Figure 32). La Figure 32 représente un exemple de combinaison de DSlots et de DSlots.



Anglais	Français
Slot_n	Slot_n
Sslot	SSlot
M_RX_ULink	M_RX_ULink
D_TX_Uplink (96 T_{BIT})	D_TX_Uplink (96 T_{BIT})
D_TX_Uplink (200 T_{BIT})	D_TX_Uplink (200 T_{BIT})
D_GUARD	D_GUARD

Figure 32 – SSlots et DSlots

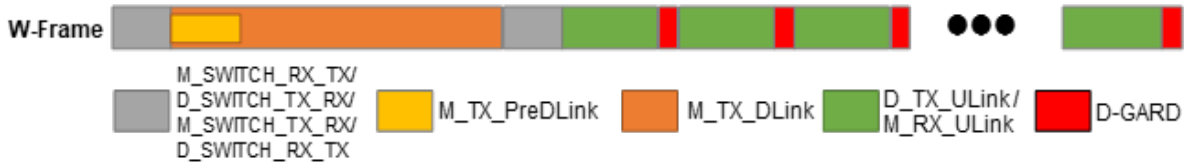
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.4.3 Trame sans fil normale

La Figure 33 représente la structure d'une Trame sans fil normale, qui est utilisée pour la transmission cyclique des données de processus (PD) SDCI et la transmission acyclique des données à la demande (OD). Cette Trame sans fil peut contenir plusieurs Messages sans fil dans son paquet en liaison descendante, adressés à des Appareils sans fil spécifiques.

La première partie du paquet en liaison descendante, qui est la partie dite "Préliaison descendante", fait partie intégrante du paquet en liaison descendante complète pour les Trames sans fil normales. Elle contient les acquittements et les données utiles de deux octets. La partie "Préliaison descendante" possède sa propre signature CRC de 16 bits. Les Appareils sans fil basse consommation peuvent réduire le temps d'activité de leur récepteur en recevant uniquement la partie Préliaison descendante au lieu du paquet en liaison descendante complète.

Tous les autres Appareils sans fil de la Voie sans fil doivent recevoir l'ensemble du paquet en liaison descendante et la signature CRC de 32 bits à la fin.

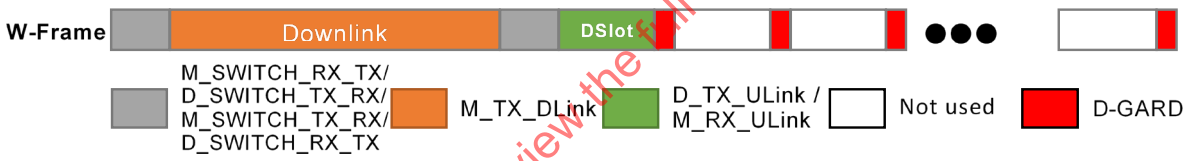


Anglais	Français
W-Frame	Trame sans fil
M_SWITCH_RX_TX/ D_SWITCH_TX_RX/ M_SWITCH_TX_RX/ D_SWITCH_RX_TX	M_SWITCH_RX_TX/ D_SWITCH_TX_RX/ M_SWITCH_TX_RX/ D_SWITCH_RX_TX
M_TX_PreDLink	M_TX_PreDLink
M_TX_DLink	M_TX_DLink
D_TX_ULink/ M_RX_ULink	D_TX_ULink/ M_RX_ULink
D-GUARD	D-GUARD

Figure 33 – Structure des Trames sans fil

5.4.4 Trame sans fil de configuration

La Trame sans fil de configuration permet d'utiliser l'ensemble de l'espace de la liaison descendante pour le transfert des ConnectionParameters. Il n'y a pas de partie Préliaison descendante codée dans ce type de trame. Par conséquent, seul l'Appareil sans fil adressé renvoie un message dans la section Liaison montante (voir Figure 34).



Anglais	Français
W-Frame	Trame sans fil
M_SWITCH_RX_TX/ D_SWITCH_TX_RX/ M_SWITCH_TX_RX/ D_SWITCH_RX_TX	M_SWITCH_RX_TX/ D_SWITCH_TX_RX/ M_SWITCH_TX_RX/ D_SWITCH_RX_TX
Downlink	Liaison descendante
DSlot	DSlot
M_TX_DLink	M_TX_DLink
Not used	Non utilisé

Figure 34 – Type de Trame sans fil pour l'appairage et la configuration

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.5 Contrôle d'accès au support (MAC)

5.5.1 Généralités

Le paragraphe 5.5 décrit les définitions pertinentes pour l'accès aux supports aussi bien sur le Maître sans fil que sur les Appareils sans fil, qui doivent satisfaire aux exigences en 5.5.

Les Appareils sans fil et le Maître sans fil doivent fonctionner de manière synchrone dans le domaine de fréquence et de temps. Par conséquent, la synchronisation des Appareils sans fil sur un Maître sans fil est nécessaire. La synchronisation initiale de l'Appareil sans fil sur son Maître sans fil a lieu au cours du processus d'appairage. Un Appareil sans fil appairé procède à une resynchronisation de son cadencement chaque fois que la liaison descendante est bien reçue. Les Appareils sans fil calculent le temps de transmission de la liaison descendante suivante et ajoutent une fenêtre d'incertitude de 4 µs (DGUARD/2) pour contrôler son activité de récepteur.

Après une période d'inactivité plus longue, les Appareils sans fil peuvent perdre la synchronisation d'horloge avec leur Maître sans fil. Dans ce cas, il est exigé d'augmenter la fenêtre d'incertitude des Appareils sans fil, ce qui permet d'augmenter le temps de réception.

L'utilisation de séquences orthogonales de saut de canaux de fréquences par les Maîtres sans fil et leurs Appareils sans fil associés permet la coexistence opérationnelle de systèmes SDCI sans fil qui se chevauchent. Le Maître sans fil crée les séquences de saut. Pour une capacité croissante de coexistence sans fil, les séquences de saut de canaux de fréquences peuvent être adaptées à l'environnement à l'aide d'une liste de blocage. Pendant les processus d'appairage et de configuration, le Maître sans fil télécharge ces séquences de saut dans les Appareils sans fil non appairés.

5.5.2 Canaux de fréquences

Les fréquences porteuses f_n sont définies par le numéro de canal de fréquences n à l'aide de l'Équation (2)

$$f_n = f_o + n \times 1\text{MHz} \tag{2}$$

où

f_0 2 400 MHz

n 3 à 78 pour l'échange cyclique de données (voir 4.5.2.5) et n = 1 et 80 pour la configuration (voir 4.5.2.4).

La distance spectrale minimale entre les Voies sans fil d'un Maître sans fil est de 3 MHz. La table de saut par défaut est conforme à la table HT01.

La SDCI sans fil définit la table de saut de canaux de fréquences HT01. HT01 omet les canaux de fréquences $f_{1\text{-}2}$ et $f_{79\text{-}80}$. Les canaux de fréquences f_1 et f_{80} sont réservés à la configuration (voir 5.5.4). Les canaux de fréquences f_2 et f_{79} sont toujours bloqués (voir Tableau H.1). La table de saut HT01 est organisée en rangées et colonnes. Dans une colonne, tous les canaux de fréquences utilisés par un Maître sans fil et ses Appareils sans fil durant un Sous-cycle sans fil sont énumérés. Dans une rangée, la séquence de canaux de fréquences utilisés par une Voie sans fil d'un Maître sans fil et ses Appareils sans fil est énumérée. La table HT01 permet également le blocage de chaque canal de fréquences de 1 MHz (voir 5.5.5).

La séquence de saut de fréquence de toutes les Voies sans fil des Maîtres sans fil se chevauchant doit être orthogonale pour éviter les collisions de transmission au sein d'un Maître sans fil. Par conséquent, dans une cellule avec trois Maîtres sans fil, la probabilité de collisions par hasard est suffisamment faible.

Chaque Voie sans fil d'un Maître sans fil SDCI doit conserver les tables de saut de toutes les autres Voies sans fil de ce Maître sans fil, ce qui permet à une Voie sans fil (par exemple, en itinérance) d'appairer un Appareil sans fil à une autre Voie sans fil cible de ce même Maître sans fil. Par conséquent, la Voie sans fil cible peut rester en mode cyclique sans perte de performance pendant l'appairage.

La séquence de canaux de fréquences de la table HT01 est déterminée par les paramètres HT01 énumérés dans le Tableau 7.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 7 – Paramètres HT01

Paramètre HT01	Définition	Remarque
Col_N	Numéro de colonne dans la table de saut de fréquence HT01	Canaux de fréquences de la séquence énumérés colonne par colonne (voir Article H.2).
MasterID	MasterID: ID attribué au Maître sans fil	—
Liste de blocage	Liste des canaux de fréquences non utilisés	Mot de 80 bits dont chaque bit représente un canal de fréquences (voir 5.5.5 et Tableau H.1).
Numéro de voie	Numéro des Voies sans fil d'un Maître sans fil	Permet de s'assurer que toutes les Voies sans fil du Maître sans fil ont des tables de fréquences qui ne se chevauchent pas.
Espacement de fréquences	Distance de fréquence minimale entre les différentes Voies sans fil d'un Maître sans fil	Permet de s'assurer que les interférences entre les Voies sans fil au sein d'un Maître sans fil sont minimes. À cet effet, l'espacement de fréquences minimal entre les Voies sans fil d'un Maître sans fil doit être supérieur ou égal à 3 MHz.

La séquence de saut est calculée dans le Maître SDCI sans fil conformément à l'algorithme suivant:

- déterminer les fréquences possibles pour les Voies sans fil;
- Construire des groupes de fréquences qui ne se chevauchent pas;
- construire la séquence de saut en fonction du MasterID.

Voir Article H.2 pour connaître les règles de calcul et découvrir quelques exemples.

5.5.3 Autres algorithmes de saut

Les algorithmes de saut utilisés pour toute autre chose que le calcul de la table HT01 ne sont pas autorisés. D'autres algorithmes de saut sont réservés pour un usage ultérieur.

5.5.4 Fréquences de configuration

Les fréquences f_1 et f_{80} (c'est-à-dire 2 401 MHz et 2 480 MHz) sont exclusivement réservées aux canaux de configuration. Elles doivent être utilisées en alternance pour réduire les interférences liées aux fréquences. Les fréquences de configuration ne peuvent pas figurer dans une liste de blocage. L'Article J.3 décrit leur utilisation en détail.

5.5.5 Liste de blocage

Afin d'atténuer les interférences émises ou reçues par d'autres appareils dans la bande ISM à 2,4 GHz, les canaux de fréquences concernés peuvent être omis en les ajoutant à la liste de blocage (voir Tableau H.2). Il convient de tenir compte du fait que la réduction des canaux de fréquences disponibles peut compromettre la latence de manière non déterministe. Voir Article H.2 pour connaître les règles de calcul et découvrir quelques exemples.

5.5.6 Qualité sans fil

5.5.6.1 Indicateur de qualité de liaison (LQI_M, LQI_D)

L'indicateur de qualité de liaison est un service d'évaluation de la fonctionnalité et de la fiabilité du système SDCI sans fil dans certains environnements d'application. Le LQI doit être calculé sur le Maître sans fil (LQI_M) ainsi que sur la couche physique de l'Appareil sans fil (LQI_D). Il convient d'utiliser ce service pendant la mise en service ou pendant les modifications significatives en période de fonctionnement du système SDCI sans fil. Il peut également être utilisé en mode de fonctionnement du système SDCI sans fil pour surveiller la fiabilité de l'environnement sans fil.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Pour analyser la qualité de la connexion indépendamment de la RSSI, l'indicateur de qualité de liaison doit être évalué sur chaque Port sans fil. Par conséquent, le taux d'erreur de paquet (PER) par sous-cycle (PERSubCycle) et MaxRetry sont utilisés pour calculer l'indicateur de qualité de liaison avec l'Équation (3).

$$LQI = Min\left(100, a_{Max\,Retry} \times log_{10}\, PERSubCycle\right) \tag{3}$$

où

LQI est l'indicateur de qualité de liaison, exprimé en pourcentage;

$a_{Max\,Retry}$ est la pente (voir Équation (4));

$PERSubCycle$ est le taux d'erreur de paquet (voir Équation (5)).

Le LQI est interprété sous forme de pourcentage et la pente est calculée à l'aide de MaxRetry pour ajuster le résultat à une valeur de 70 % pour une RFP système de 10^{-9} avec l'Équation (4)

$$a_{Max\,Retry} = -\frac{70}{9} \times (Max\,Retry + 1) \tag{4}$$

où

$a_{Max\,Retry}$ est la pente;

$MaxRetry$ est le nombre maximal de nouvelles tentatives (voir C.4.4.4).

Le taux d'erreur de paquet est calculé tous les 2^{12} Sous-cycles sans fil avec l'Équation (5)

$$PERSubCycle = \frac{SubCycleErrorCounter}{SubCycleCounter} \tag{5}$$

où

$PERSubCycle$ est le taux d'erreur de paquet calculé;

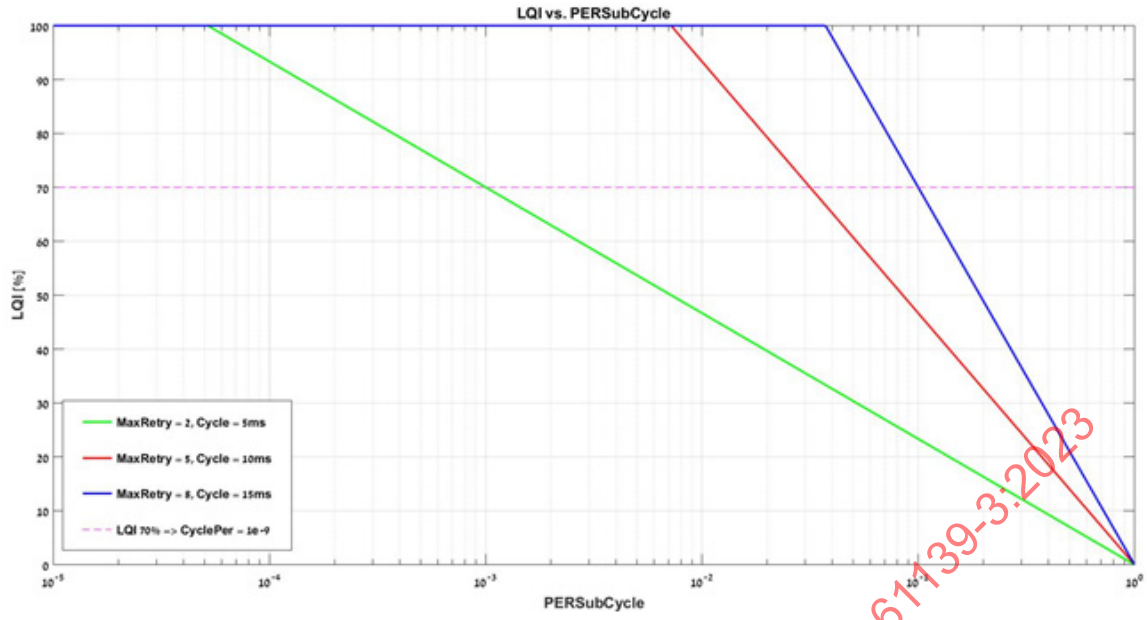
$SubCycleErrorCounter$ est le compteur d'erreurs durant les 2^{12} Sous-cycles sans fil;

$SubCycleCounter$ est le compteur des Sous-cycles sans fil.

NOTE 1 Si SubCycleCounter est inférieur à 2^{12}, le LQI renvoie 0xFF (INVALID).

Une comparaison des comportements du LQI et du PERSubCycle pour différents MaxRetry est représentée à la Figure 35.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



Anglais	Français
LQI vs. PERSubCycle	Comparaison LQI/PERSubCycle
LQI (%)	LQI (%)
MaxRetry-2, Cycle 5 ms	MaxRetry: 2, Cycle: 5 ms
MaxRetry-5, Cycle 10 ms	MaxRetry: 5, Cycle: 10 ms
MaxRetry-8, Cycle 15 ms[illegible]	MaxRetry: 8, Cycle 15 ms [Illisible]
LQI 70% -> CyclePer – 10 $^{-9}$[illegible]	LQI: 70 % -> CyclePer: 10 $^{-9}$ [Illisible]
RERSubCycle	PERSubCycle

Figure 35 – Comparaison entre le LQI et le PERSubCycle pour différents MaxRetry

NOTE2 En général, le LQI n'est qu'une estimation de la fiabilité attendue, et non une mesure précise. Dans certaines situations, il peut exister un écart entre la fiabilité estimée par le LQI et la fiabilité réellement obtenue. Par exemple, pour un canal radio sélectif en fréquence, mais presque statique, entre le Maître sans fil et l'Appareil sans fil (comme la propagation par trajets multiples due à de nombreuses réflexions et à presque aucun objet en mouvement dans l'environnement), le LQI peut conduire à une estimation moins fiable que celle qui peut être obtenue réellement.

5.5.6.2 Indication de puissance du signal reçu (RSSI_M, RSSI_D)

La RSSI est une mesure estimée du niveau de puissance qu'un Maître sans fil (RSSI_M) ou qu'un Appareil sans fil (RSSI_D) reçoit de son homologue. Elle est interprétée comme une indication de la puissance du signal arrivant à l'antenne. Les valeurs de la RSSI peuvent être utilisées par l'application en tant qu'informations utilisateur.

NOTE Les émetteurs-récepteurs radio ne prennent pas tous en charge la RSSI (voir C.4.8 pour la définition).

5.6 Services de la couche physique (PL)

5.6.1 Vue d'ensemble

Une vue d'ensemble de la couche physique (PL) et de ses primitives de service est donnée dans le Tableau 8 et à la Figure 98. Elles forment l'interface avec les couches de protocole supérieures.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.6.2 Services de PL pour le Maître sans fil

5.6.2.1 Généralités

Le paragraphe 5.6.2 spécifie les services de PL pour un Maître sans fil que la PL fournit à la Gestion système et à la couche de liaison de données (voir Figure 98 pour une vue d'ensemble exhaustive de tous les services). Le Tableau 8 énumère les affectations du Maître sans fil quant à son rôle d'initiateur ou de destinataire des services individuels de PL.

Tableau 8 – Affectations des services de PL du Maître sans fil

Désignation du service	Maître
PL_SetTrackConfig	R
PL_SetMode	R
PL_Scan	I
PL_ScanEnd	I
PL_SetSlotConfig	R
PL_Pairing	I / R
PL_State	I
PL_Transfer	I / R
PL_QualityService	R
PL_GetHopTable	R
PL_SetHopTable	R
PL_SetWakeUpTime	R
PL_WakeUpTime	I
PL_AHTStatus	I
PL_CmdTrig	R
Légende (voir 3.3.5) I - Initiateur d'un service R - Destinataire (répondeur) d'un service	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.6.2.2 PL_SetTrackConfig (Maître sans fil)

Le service PL_SetTrackConfig est utilisé pour configurer le paramètre initial pour chaque Voie sans fil sur un Maître sans fil.

Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 9.

Tableau 9 – PL_SetTrackConfig

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
ParameterList	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

ParameterList

Ce paramètre contient les paramètres configurés d'une Voie.

Type de paramètre: enregistrement.

Éléments de l'enregistrement:

MasterID: Ce paramètre contient le MasterID du Maître sans fil (voir Tableau B.1).

Valeurs admises: 1-29.

BlockList: ce paramètre contient les canaux de fréquences qui ne doivent pas être utilisés par le Maître sans fil. Pour plus de précisions, voir Article H.1.

Track_N: ce paramètre configure le numéro interne d'une Voie sans fil pour le calcul de la séquence de saut qui dépend de la Voie sans fil. Chaque Voie doit être numérotée de manière consécutive au sein d'un Maître sans fil.

Valeurs admises: 0 à 4.

SyncTrack: ce paramètre définit si la Voie génère ou reçoit un signal de synchronisation du matériel de la Trame sans fil. Le signal de synchronisation est transféré, par l'intermédiaire d'une broche matérielle, aux Voies configurées sous la forme "SyncTrack (NO)".

Valeurs admises:

YES (La Voie sans fil génère un signal de synchronisation);

NO (Pour démarrer son Sous-cycle sans fil, la voie attend le signal de synchronisation du matériel, qui est généré par la voie configurée sous la forme "SyncTrack (YES)").

DataSyncword

DataSyncword doit être utilisé pour les canaux de données (voir 5.3.4)

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo

Ce paramètre contient les informations d'erreur. Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant);

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée).

5.6.2.3 PL_SetMode (Maître sans fil)

Le service PL_SetMode est utilisé pour configurer le mode d'une Voie sans fil et la puissance de transmission de la couche physique. Ce service peut également être appelé pendant l'exécution pour modifier les paramètres (État ≠ Idle_0). Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 10.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 10 – PL_SetMode

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
TrackMode	O	
TxPower	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

TrackMode:

Ce paramètre indique le mode de fonctionnement demandé pour la radio (voir Tableau 11).
Valeurs admises: STOP, CYCLIC, SCAN, ROAMING.

TxPower:

Ce paramètre indique le niveau de puissance de transmission de la Voie sans fil.
Valeurs admises: 1 à 255 (voir 10.10 pour la définition).

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo

Ce paramètre contient les informations d'erreur. Valeurs admises:
STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant);
PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée).

Le Tableau 11 spécifie le codage des différents paramètres.

Tableau 11 – Définition des paramètres pour le service PL_SetMode

TargetMode (Mode cible)	Définition
STOP	Communication désactivée, radio désactivée.
SCAN	Le Maître sans fil fonctionne en mode balayage. (Performance limitée)
ROAMING	Le Maître sans fil fonctionne en mode itinérance. (Performance limitée)
CYCLIC	Le Maître sans fil fonctionne en mode cyclique. (Performance complète)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.6.2.4 PL_Scan (Maître sans fil)

Le service PL_Scan est utilisé pour signaler un nouvel Appareil sans fil non appairé à proximité de la Voie sans fil par l'intermédiaire d'une indication. Le signalement est lancé par la PL uniquement si la Voie sans fil est en mode itinérance ou balayage. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 12.

Tableau 12 – PL_Scan

Nom du paramètre	.ind
Argument	O
ParameterList	S

Argument

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

ParameterList

Ce paramètre contient les informations de l'Appareil sans fil détecté.

Type de paramètre: enregistrement

Éléments de l'enregistrement:

SlotType: type par défaut de l'Appareil sans fil en liaison montante

Valeurs admises: SSLOT, DSLOT (voir Tableau 25);

UniqueID: ce paramètre indique l'identifiant unique de l'Appareil sans fil (voir Figure C.3);

RevisionID: ce paramètre indique la version de protocole de l'Appareil sans fil détecté (voir IEC 61131-9:2022, Figure B.4).

5.6.2.5 PL_ScanEnd (Maître sans fil)

Le service PL_ScanEnd est utilisé pour indiquer la fin du mode balayage. Les paramètres de la primitive de service sont énumérés dans le Tableau 13.

Tableau 13 – PL_ScanEnd

Nom du paramètre	.ind
<none>	

5.6.2.6 PL_SetSlotConfig (Maître sans fil)

Le service PL-SetSlotConfig est utilisé pour configurer les créneaux temporels d'un Appareil sans fil. Si la connexion à l'Appareil sans fil est établie, seul IMATime doit être modifié. Si la connexion à l'Appareil sans fil n'est pas établie, tous les paramètres peuvent être modifiés.

Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 14.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 14 – PL_SetSlotConfig

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
ParameterList	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

ParameterList

Type de paramètre: enregistrement.

UniqueID: ce paramètre indique l'identifiant unique de l'Appareil sans fil (voir Figure C.3).

SlotType: type par défaut de l'Appareil sans fil en liaison montante donné par l'intermédiaire de l'application de l'Appareil sans fil.

Valeurs admises: SSLOT, DSLOT (voir Tableau B.22).

Slot_N: ce paramètre contient le numéro de créneau temporel pour l'Appareil sans fil correspondant.

Valeurs admises: 0 à 7. Chaque DSlot (uniquement sur des créneaux temporels pairs admis) occupe 2 SSlots.

IMATime

Ce paramètre contient la durée "I am alive" (voir C.4.4.3) pour le créneau temporel/Appareil sans fil correspondant (voir 10.3 pour détecter COMLOST).

MaxRetry: Valeurs admises: Tableau C.9.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo

Ce paramètre contient les informations d'erreur. Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant);

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée).

5.6.2.7 PL_Pairing (Maître sans fil)

Ce service est utilisé pour appairer un Appareil sans fil avec le Maître sans fil ou les désappairer par l'intermédiaire de la Gestion système. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 15.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 15 – PL_Pairing

Nom du paramètre	.req	.cnf	.ind
Argument	O		O
ParameterList	O		
Info			O
PairedUniqueID			O
Result (+)		S	
Result (-)		S	
ErrorInfo		O	

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

ParameterList

Type de paramètre: enregistrement.

UniqueID: ce paramètre contient l'identifiant unique de l'Appareil sans fil (voir Figure C.3).

Track_N: ce paramètre sélectionne le numéro de Voie sans fil auquel il convient d'attribuer l'Appareil sans fil. Utilisé pour appairer un Appareil sans fil à une autre Voie sans fil (par exemple, lorsqu'une Voie sans fil est en mode itinérance).

SlotType: ce paramètre contient le type de créneau temporel pour l'Appareil sans fil correspondant.

Valeurs admises: SSLOT, DSLOT (voir Tableau 25)

Slot_N: ce paramètre contient le numéro de créneau temporel pour l'Appareil sans fil correspondant.

Valeurs admises: 0-7 SSlots. Chaque DSlot (uniquement sur des créneaux temporels pairs admis) occupe 2 SSlots.

Method: ce paramètre demande le mode d'appairage qui doit être utilisé.

Valeurs admises:

PAIRING_BUTTON	(La PL doit utiliser la Trame sans fil de la Figure B.3 pour appairer un Appareil sans fil par l'intermédiaire de la méthode du bouton);
PAIRING_UNIQUE	(La PL doit utiliser la Trame sans fil de la Figure B.3 pour appairer un Appareil sans fil par l'intermédiaire de l'U-ID);
PAIRING_ABORTED	(L'appairage est arrêté par l'application du Maître sans fil);
UNPAIRING	(La PL émet la MasterCommand "Unpairing" et efface la configuration du créneau temporel donné dans Slot_N. Aucune autre Liaison montante ne peut être reçue).

TargetMode: ce paramètre demande le mode de l'Appareil sans fil à appairer

Valeurs admises: CYCLIC, ROAMING

Timeout: ce paramètre contient la temporisation, en secondes, pour une tentative d'appairage. Voir Tableau H.7 (définition de PAIRING_BUTTON_TIMEOUT, PAIRING_UNIQUE_TIMEOUT)

PairedUniqueID

Ce paramètre contient l'identifiant unique actuellement appairé (voir C.4.7).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Info

Valeurs admises:

PAIRING_SUCCESS (L'Appareil sans fil a été appairé);

PAIRING_TIMEOUT (L'Appareil sans fil n'a pas été appairé dans le délai indiqué dans le paramètre Timeout).

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant);

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée).

5.6.2.8 PL_State (Maître sans fil)

Le service PL_State est utilisé pour signaler l'état d'une connexion en cours ou perdue pour l'Appareil sans fil sur le SSLOT ou DSLOT correspondant. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 16.

Tableau 16 – PL_State

Nom du paramètre	.ind
Argument	O
PLInfo	O

Argument

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

PLInfo:

Ce paramètre contient l'état, codé en bits, de la connexion pour chaque Créneau temporel.

Le bit 0 représente le Slot_N 0. Le bit 7 représente le Slot_N 7

Valeurs de bit: 0: COMLOST (L'Appareil sans fil n'est pas connecté à son Maître sans fil ou a perdu la connexion)

1: SYNCED (L'Appareil sans fil est synchronisé avec son Maître sans fil)

5.6.2.9 PL_Transfer (Maître sans fil)

Le service PL-Transfer est utilisé pour l'échange de données entre la couche de liaison de données et la couche physique. La génération des ACK-Bits pour chaque Appareil sans fil est gérée dans la PL (voir Article B.6). Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 17.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 17 – PL_Transfer

Nom du paramètre	.req	.ind
Argument	C	O
PreDlData	O	
Data	O	C
DataLength	O	C
ULinkType		C
Slot_N		C
Acquittement		C
WFrameComplete		C
Result (+)		
Result (-)		
ErrorInfo		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

PreDlData

Ce paramètre contient les données de la partie Préliaison descendante

DataLength: 2 octets

Data

Ce paramètre contient les données qui sont transférées de/vers la PL (interface radio). Les données contiennent un ou plusieurs Messages sans fil (octet de contrôle + données correspondantes).

DataLength

Ce paramètre contient la longueur des données transmises, qui dépend de la direction (liaison montante ou descendante) et du type de liaison montante.

Plages: PL_Transfer.req: jusqu'à 37 octets en LIAISON DESCENDANTE COMPLETE (données envoyées par le Maître sans fil à l'Appareil sans fil);

PL_Transfer.ind: 2 octets (données envoyées par l'Appareil sans fil au Maître sans fil, SSlot-Format);

PL_Transfer.ind: 15 octets (données envoyées par l'Appareil sans fil au Maître sans fil, DSlot-Format).

ULinkType:

Ce paramètre contient le type de liaison montante. Valeurs admises:

DATA (liaison montante normale reçue, voir Article B.4. Trame de liaison montante normale, voir Annexe B);

NOUPLINK (aucune liaison montante reçue);

IMA (liaison montante IMA reçue, voir Figure B.8 et Figure B.9, et paquet IMA en liaison montante, voir Annexe B).

Slot_N:

Ce paramètre contient le Slot_N pour attribuer la liaison montante reçue au Port sans fil correspondant (voir 6.2.2 TDMapper)

Acknowledge:

Ce paramètre indique si la dernière liaison descendante a été confirmée ou non par l'Appareil sans fil. Le module de traitement des PD, le module de traitement d'Événements et le module de traitement d'OD ont besoin de l'Acquittement de la PL pour décider si une retransmission de données est nécessaire ou non pour l'Appareil sans fil correspondant.

WFrameComplete:

Ce paramètre indique que la Trame sans fil a été terminée (toutes les liaisons montantes ont été traitées). Le module de traitement des messages a besoin de ces informations pour lancer l'assemblage de la liaison descendante suivante.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que la demande de service a été exécutée avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

StatusErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant).

5.6.2.10 PL_QualityService (Maître sans fil)

Le PL_QualityService est utilisé pour demander la qualité actuelle de la connexion sans fil entre la Voie sans fil du Maître sans fil et l'Appareil sans fil correspondant (voir 5.5.6.1). Les paramètres du service sont énumérés dans le Tableau 18.

Tableau 18 – PL_QualityService

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
Slot_N	O	
Result (+)		S
LQI_M		O
RSSI_M		O
LQI_D		O
RSSI_D		O
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Slot_N: ce paramètre indique le Slot_N sélectionné avec son Appareil sans fil correspondant.

Valeurs admises: 0 à 7.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

LQI_M

Valeurs admises: 0 à 100 %, INVALID (voir C.4.8).

RSSI_M

Valeurs admises: -128 à 20, INVALID (voir C.4.8).

LQI_D

Ce paramètre contient la qualité de liaison de l'Appareil sans fil, délivrée par l'intermédiaire du paquet IMA en liaison montante

Valeurs admises: 0 à 100 %, INVALID (voir C.4.8).

RSSI_D

Ce paramètre contient la RSSI de l'Appareil sans fil, délivrée par l'intermédiaire du paquet IMA en liaison montante.

Valeurs admises: -128 à 20, INVALID (voir C.4.8).

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant).

5.6.2.11 PL_GetHopTable (Maître sans fil)

Le service PL_GetHopTable permet d'envoyer la table de saut, de la PL au module de traitement des AHT dans la SM, pour assurer la surveillance des canaux (voir 9.3.3.2.4). Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 19.

Tableau 19 – PL_ GetHopTable

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
Track_N	O	
Result (+)		S
Data		O
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Track_N:

Ce paramètre sélectionne le numéro de Voie sans fil dont il faut lire les valeurs dans la table de saut. Utilisé pour lire toutes les valeurs de la table de saut à partir de n'importe quelle Voie sans fil (voir C.4.10).

Valeurs admises: 0-4

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Data

Type de paramètre: 78 octets

Ce paramètre contient la séquence de table de saut utilisée dans la PL (voir B.3.4).

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo

Ce paramètre contient les informations d'erreur. Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant);

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée).

5.6.2.12 PL_SetHopTable (Maître sans fil)

Le service PL_SetHopTable est utilisé pour définir la nouvelle table de saut dans la Voie sans fil PL du Maître sans fil.

Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 20.

Tableau 20 – PL_SetHopTable

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
Track_N	O	
UpdateType	O	
Index	O	
Data		
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Type de paramètre: enregistrement

Track_N: ce paramètre contient le numéro de Voie sans fil dont il faut définir les valeurs dans la table de saut. Utilisé pour définir les valeurs de la table de saut pour n'importe quelle Voie sans fil (voir 5.5.2).

Valeurs admises: 0 à 4

UpdateType: ce paramètre contient le type de mise à jour, pour l'utilisation de UpdateType, Index et Data (voir Article H.4).

Valeurs admises:

FULL_TABLE;

DELETE_CELL;

ADD_CELL;

REPLACE_CELL.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Index: ce paramètre contient l'index de la cellule modifiée dans la table de saut. Valeurs admises: 0, 1 à 78

Données: ce paramètre contient la ou les valeurs à remplacer/ajouter.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo

Ce paramètre contient les informations d'erreur. Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant);

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée).

5.6.2.13 PL_SetWakeUpTime (Maître sans fil)

Le service PL_SetWakeUpTime est utilisé pour définir un compte à rebours dans la PL avec la valeur WakeUpTime. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 21.

Tableau 21 – PL_SetWakeUpTime

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
WakeUpTime	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

WakeUpTime: contient l'heure de réactivation durant les Sous-cycles sans fil à définir dans la PL.

Valeurs admises: 0 à 16 777 215 (3 octets).

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo

Ce paramètre contient les informations d'erreur. Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant);

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.6.2.14 PL_WakeUpTime (Maître sans fil)

Le service PL_WakeUpTime indique la valeur WakeUpTime actuelle figurant dans la PL. Le module de traitement des AHT envoie la WakeUpTime à l'Appareil sans fil correspondant par l'intermédiaire de l'ISDU. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 22.

Tableau 22 – PL_WakeUpTime

Nom du paramètre	.ind	.rsp
Argument	O	
WakeUpTime	O	
Slot_N	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

WakeUpTime: contient l'heure de réactivation durant les Sous-cycles sans fil à définir sur l'Appareil sans fil.

Valeurs admises: 0 à 16 777 215 (3 octets).

Slot_N: ce paramètre indique le Slot_N sélectionné avec son Appareil sans fil correspondant.

Valeurs admises: 0 à 7.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo

Ce paramètre contient les informations d'erreur. Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant);

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée).

5.6.2.15 PL_AHTStatus (Maître sans fil)

Le service PL_AHTStatus est utilisé pour indiquer au module de traitement des AHT l'état de mise à jour de la table de saut (voir 9.3.3.2.4). Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 23.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 23 – PL_AHTStatus

Nom du paramètre	.ind	.rsp
Argument	O	
Status	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Status: contient l'état de mise à jour.

Valeurs admises:

JUMP_SUCCESS (Mise à jour terminée avec succès);

WAKE_UP_ABORT (L'Appareil sans fil basse consommation n'a pas été réactivé);

JUMP_FAIL (L'Appareil sans fil n'a pas acquitté la commande JUMP);

STOP (La PL de la Voie sans fil s'est arrêtée).

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo

Ce paramètre contient les informations d'erreur. Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant);

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée).

5.6.2.16 PL_CmdTrig (Maître sans fil)

Le service PL_CmdTrig permet de communiquer des actions en temps réel à la PL depuis le module de traitement des commandes (voir Article H.4). Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 24.

Tableau 24 – PL_CmdTrig

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
Command	O	
Result (+)		S
WakeUpTime		S
JumpAction		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Command: contient l'action à effectuer dans la PL.

Valeurs admises:

WAKE_UP_TIME (déclenche la PL pour délivrer la valeur actuelle de WakeUpCountdown);

W_DEVICE_AWAKE (indique que l'Appareil sans fil basse consommation a envoyé l'IMA à l'heure WakeUpTime);

W_DEVICE_NOT_AWAKE (indique que l'Appareil sans fil basse consommation n'a pas envoyé l'IMA);

JUMP (bascule sur la nouvelle table de saut, en commençant par la fréquence HOP-1);

JUMP_FAIL (l'Appareil sans fil n'a pas acquitté la commande JUMP).

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

WakeUpTime: heure de réactivation de l'Appareil sans fil basse consommation correspondant durant les Sous-cycles sans fil, reçue pour la commande WAKE_UP_TIME.

Valeurs admises: 0 à 16 777 215 (3 octets).

JumpAction: indique au module de traitement des commandes si les Appareils sans fil basse consommation sont réactivés et l'action à invoquer, reçue pour la commande W_DEVICE_AWAKE/NOT_AWAKE.

Valeurs admises:

JUMP (tous les Appareils sans fil basse consommation sont réactivés);

WAKE_UP_ABORT (un Appareil sans fil basse consommation n'a pas été réactivé).

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant);

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.6.3 Services de PL pour un Appareil sans fil

5.6.3.1 Vue d'ensemble (Appareil sans fil)

Le paragraphe 5.6.3 spécifie les services de PL pour un Appareil sans fil que la PL fournit à la Gestion système et à la couche de liaison de données (voir Figure 94 pour une vue d'ensemble exhaustive de tous les services). Le Tableau 25 énumère les affectations de l'Appareil sans fil quant à son rôle d'initiateur ou de destinataire des services individuels de PL.

Tableau 25 – Affectations des services de PL d'un Appareil sans fil

Désignation du service	Appareil sans fil
PL_SetMode	R
PL_Pairing	I / R
PL_State	I
PL_Transfer	I / R
PL_QualityService	R
PL_SetHopTable	R
PL_SetWakeUpTime	R
PL_CmdTrig	R
Légende (voir 3.3.5) I Initiateur du service R Destinataire (répondeur) du service	

5.6.3.2 PL_SetMode (Appareil sans fil)

Le service PL-SetMode est utilisé afin de configurer les caractéristiques et paramètres radio pour le démarrage de la couche physique.

Ce service peut également être appelé pendant l'exécution (État ≠ Idle_0) pour modifier les paramètres suivants uniquement:

DownlinkType, TxPower et MaxRetry. Le paramètre "TargetMode: STOP" peut également être appelé pendant l'exécution pour désactiver la radio. Tous les autres paramètres doivent être ignorés pendant l'exécution. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 26.

Tableau 26 – PL_SetMode (Appareil sans fil)

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
ParameterList	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Ce paramètre contient le paramètre d'identification configuré pour les couches PHY et MAC des Appareils sans fil.

ParameterList

Type de paramètre: enregistrement

Éléments de l'enregistrement:

TargetMode: ce paramètre indique le mode de fonctionnement demandé pour la radio (voir Tableau 27).

Valeurs admises: STOP, STOP_KEEP, START

UniqueID: ce paramètre contient l'identifiant unique de l'Appareil sans fil (voir Figure C.3).

SlotType: type par défaut de l'Appareil sans fil en liaison montante donné par l'intermédiaire de l'application de l'Appareil sans fil.

Valeurs admises: SSLOT, DSLOT (voir Tableau B.22).

DownlinkType: type de l'Appareil sans fil en liaison descendante donné par l'application de l'Appareil sans fil.

Valeurs admises: PRE_DOWNLINK, FULL_DOWNLINK (voir Tableau 27).

TxPower: Valeurs admises: 1 à 31 (voir Tableau C.10).

MaxRetry: Valeurs admises: Tableau C.9.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant);

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Le Tableau 27 spécifie le codage des différents paramètres.

Tableau 27 – Codage PL_SetMode des paramètres

Paramètres	Définition
STOP	Communication désactivée, radio désactivée.
STOP_KEEP	Communication désactivée, radio désactivée. Garde le paramètre de connexion.
START	Démarre la radio en mode cyclique. L'Appareil sans fil est ou peut être appairé à un Maître sans fil de manière permanente ou temporaire (la méthode doit être choisie par le Maître sans fil)
PRE_DOWNLINK	L'Appareil sans fil écoute une partie Préliaison descendante (réduction du temps de réception pour les Appareils sans fil basse consommation) uniquement lorsqu'il est connecté
FULL_DOWNLINK	L'Appareil sans fil écoute un paquet en liaison descendante complète lorsqu'il est connecté

5.6.3.3 PL_Pairing (Appareil sans fil)

Ce service est utilisé pour appairer un Appareil sans fil avec le Maître sans fil ou les désappairer par l'intermédiaire de la Gestion système ou par MasterCommand. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 28.

Tableau 28 – PL_Pairing (Appareil sans fil)

Nom du paramètre	.req	.ind	.cnf
Argument	O	O	
Method	O		
Info		O	
Result (+)			S
Result (-)			S
ErrorInfo			O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Method:

Ce paramètre indique le mode d'appairage sélectionné.

Valeurs admises: PAIRING_BUTTON, UNPAIRING.

Info:

Valeurs admises:

TIMEOUT (l'Appareil sans fil n'a reçu aucune demande d'appairage du Maître sans fil dans le délai d'expiration indiqué) (voir Tableau H.7);

PERMANENT (l'Appareil sans fil a été appairé de façon permanente);

TEMPORARY (l'Appareil sans fil a été appairé de façon temporaire (itinérance)).

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant)

5.6.3.4 PL_State (Appareil sans fil)

Le service PL_State est utilisé pour indiquer les états d'appairage de la couche physique après son démarrage ou signale l'état d'une connexion en cours ou perdue. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 29.

Tableau 29 – PL_State (Appareil sans fil)

Nom du paramètre	.ind
Argument	O
PLInfo	O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

PLInfo:

Ce paramètre contient les informations d'état de la couche physique.

Valeurs admises:

UNPAIRED	l'Appareil sans fil n'est pas appairé;
PAIRED	l'Appareil sans fil est appairé;
SYNCED	l'Appareil sans fil est synchronisé avec son Maître sans fil;
COMLOST	l'Appareil sans fil n'est pas connecté à son Maître sans fil ou a perdu la connexion

5.6.3.5 PL_Transfer (Appareil sans fil)

Le service PL-Transfer est utilisé pour l'échange de données entre la couche de liaison de données et la couche physique. La génération des ACK-Bits pour l'Appareil sans fil est gérée dans la PL (voir Article B.6). Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 30.

Tableau 30 – PL_Transfer (Appareil sans fil)

Nom du paramètre	.req	.ind
Argument	C	O
Data	O	O
DataLength	O	O
Acknowledge:		O
SlotType		O
Result (+)		
Result (-)		
ErrorInfo		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Pour la demande de service, les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Data:

Ce paramètre contient les données qui sont transférées de/vers la PL.

DataLength:

Ce paramètre contient la longueur des données transmises, qui dépend de la direction et du type de liaison montante.

Plages:

PL_Transfer.ind: 0 à 37 octets (données envoyées par le Maître sans fil à l'Appareil sans fil);

PL_Transfer.req: 0 à 2 octets (données envoyées par l'Appareil sans fil au Maître sans fil, SSlot-Format);

PL_Transfer.req: 0 à 15 octets (données envoyées par l'Appareil sans fil au Maître sans fil, DSlot-Format);

PL_Transfer.req avec DataLength = 0 amène la PL à envoyer un paquet IMA en liaison montante.

Acknowledge:

Ce paramètre indique si la dernière liaison montante a été confirmée ou non par le Maître sans fil. Le module de traitement des PD, le module de traitement d'Événements et le module de traitement d'OD ont besoin de l'Acquittement de la PL pour décider si une retransmission de données est nécessaire ou non.

SlotType:

Type de créneau temporel actuel, utilisé pour calculer la taille du paquet en liaison montante

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que la demande de service a été exécutée avec succès

Result (-):

Ce paramètre contient des informations supplémentaires concernant l'état du transfert.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant)

5.6.3.6 PL_QualityService (Appareil sans fil)

PL_QualityService est utilisé pour demander à la PL la qualité réelle de la connexion sans fil. Le service répond avec la qualité de liaison en pourcentage (calcul, voir 5.5.6) et la RSSI de l'Appareil sans fil.

Les paramètres du service sont énumérés dans le Tableau 31.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 31 – PL_QualityService (Appareil sans fil)

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	C	
<none>		
Result (+)		S
LQI_D		O
RSSI_D		O
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument:

Ce service n'a pas de paramètre pour la PL.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

LQI_D

Valeurs admises: 0 à 100 %, INVALID (voir C.4.8).

RSSI_D

Valeurs admises: -128 à 20, INVALID (voir C.4.8).

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant)

5.6.3.7 PL_SetHopTable (Appareil sans fil)

Le service PL_SetHopTable est utilisé pour définir la nouvelle table de saut dans la PL de l'Appareil sans fil.

Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 32.

Tableau 32 – PL_SetHopTable

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
UpdateType	O	
Index	O	
Data	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Type de paramètre: enregistrement

UpdateType: ce paramètre contient le type de mise à jour, pour l'utilisation de UpdateType, Index et Data. Voir Article H.4.

Valeurs admises:

FULL_TABLE;

DELETE_CELL;

ADD_CELL;

REPLACE_CELL.

Index: ce paramètre contient l'index de la cellule modifiée dans la table de saut.

Valeurs admises: 0, 1 à 78

Données: ce paramètre contient la ou les valeurs à remplacer/ajouter.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant)

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée)

5.6.3.8 PL_SetWakeUpTime (Appareil sans fil)

Le service PL_SetWakeUpTime est utilisé pour délivrer l'heure de réactivation de l'Appareil sans fil basse consommation, du module de traitement des AHT à la PL. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 33.

Tableau 33 – PL_SetWakeUpTime

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
WakeUpTime	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

WakeUpTime: contient l'heure de réactivation durant les Sous-cycles sans fil à définir dans la PL.

Valeurs admises: 0 à 16 777 215 (3 octets).

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo

Ce paramètre contient les informations d'erreur. Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant);

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée).

5.6.3.9 PL_CmdTrig (Appareil sans fil)

Le service PL_CmdTrig permet de communiquer des actions en temps réel dans la PL, déclenchées par le module de traitement des commandes. PL_CmdTrig délivre la valeur WakeUpTime. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 34.

Tableau 34 – PL_CmdTrig

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
Command	O	
Result (+)		S
WakeUpTime		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Command: contient l'action à effectuer dans la PL.

Valeurs admises:

WAKE_UP_TIME (déclenche la PL pour délivrer la valeur WakeUpTime au module de traitement des commandes);

JUMP (bascule sur la nouvelle table de saut, en commençant par la fréquence HOP-1).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

WakeUpTime: heure de réactivation reçue du Maître sans fil durant les Sous-cycles sans fil.

Valeurs admises: 0 à 16 777 215 (3 octets).

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo

Ce paramètre contient les informations d'erreur. Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant);

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée).

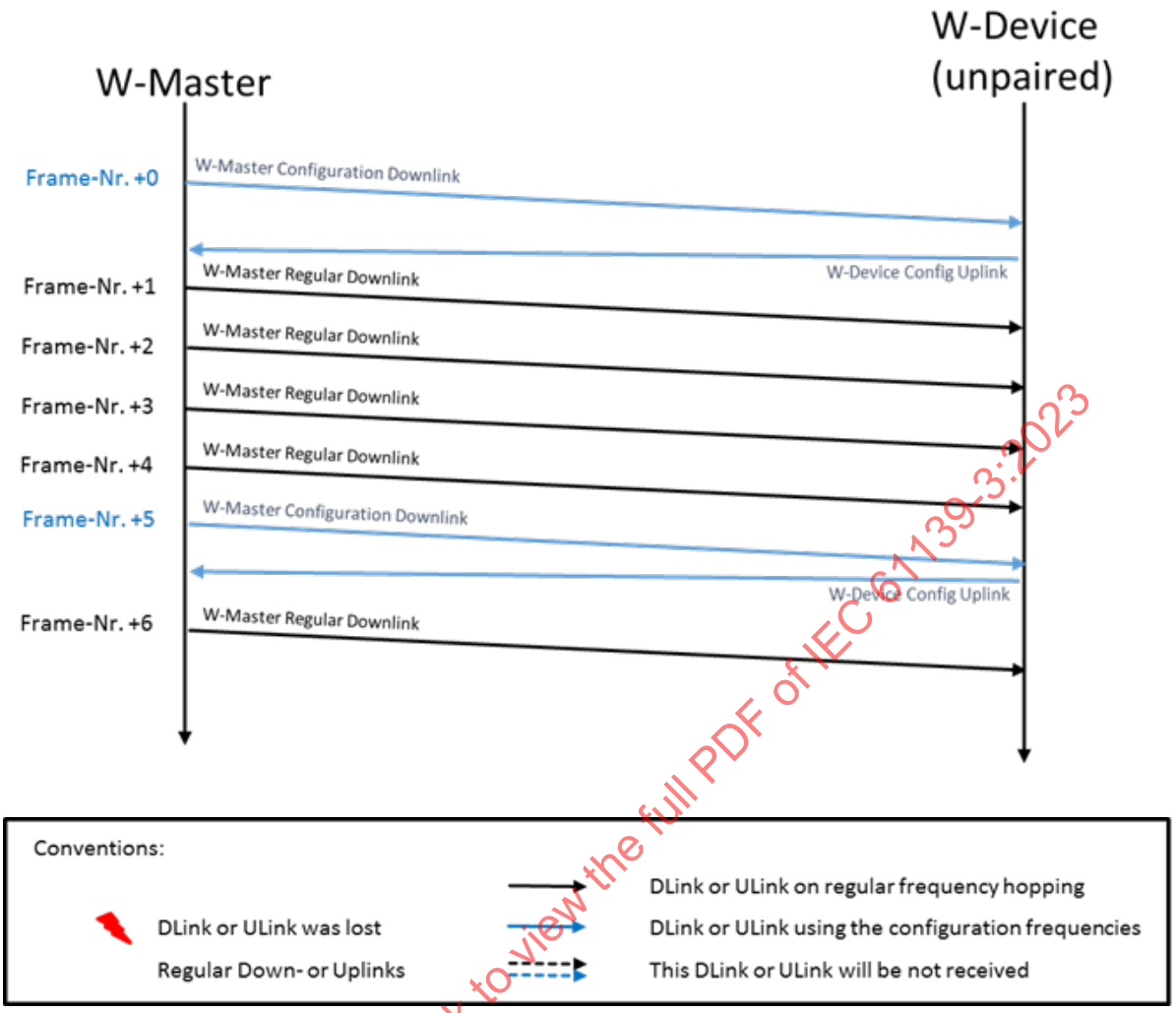
5.7 Protocole de couche physique (PL)

5.7.1 Utilisation du canal de configuration

5.7.1.1 Généralités

Le canal de configuration n'est disponible que lorsqu'une Voie sans fil est configurée sur ServiceMode. Les activités de balayage, d'appairage et d'itinérance sont possibles uniquement dans ce mode. Les figures suivantes reposent sur une méthode selon laquelle chaque 5e Sous-cycle sans fil est remplacé par un message de configuration sur les fréquences de configuration. Toutes les autres Trames sans fil sont transmises sur les canaux de fréquences normaux énumérés dans la table de saut de fréquence. La Figure 36 représente l'utilisation des canaux de configuration.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Anglais	Français
W-Master	Maître sans fil
W-Device (unpaired)	Appareil sans fil (non appairé)
Frame-Nr.+0	Frame_N + 0
W - Master Configuration Downlink	Liaison descendante de configuration du Maître sans fil
Frame-Nr. +1	Frame_N + 1
W-Master Regular Downlink	Liaison descendante normale du Maître sans fil
W-Device Config Uplink	Liaison montante de configuration de l'Appareil sans fil
Frame-Nr.+2	Frame_N + 2
Conventions:	Conventions:
DLink or ULink on regular frequency hopping	Liaison descendante ou Liaison montante sur saut de fréquence normal
DLink or ULink was lost	Liaison descendante ou Liaison montante perdue
DLink or ULink using the configuration frequencies	Liaison descendante ou Liaison montante utilisant les fréquences de configuration
Regular Down- or Uplinks	Liaisons descendantes ou montantes normales
This DLink or ULink will be not received	Cette Liaison descendante ou Liaison montante ne sera pas reçue

Figure 36 – Utilisation des canaux de configuration

5.7.1.2 Séquence de configuration et traitement des nouvelles tentatives de balayage

La Figure 37 décrit la séquence d'une procédure de détection. Le Maître sans fil envoie une liaison descendante de demande de balayage (voir Figure B.2) sur chaque Sous-cycle sans fil de configuration avec un numéro de demande incrémenté en continu (Request_N).

Si un Appareil sans fil non appairé reçoit la demande de balayage, il doit répondre par une liaison montante de réponse de balayage (voir Figure B.10) sur le Sous-cycle sans fil X. X est calculé selon l'Équation (6).

$$X = Request_N + Frame_N \tag{6}$$

où

X est le Sous-cycle sans fil, dans lequel l'Appareil sans fil non appairé doit répondre par une liaison montante de réponse de balayage;

$Request_N$ est le numéro de demande incrémenté en continu de la liaison descendante de demande de balayage;

$Frame_N$ est le nombre de Sous-cycles sans fil de configuration durant lequel patienter entre la première demande de balayage reçue et la transmission de la réponse de balayage.

Frame_N est calculé selon l'Équation (7).

$$Frame_N = \left(\sum_{i=1}^{9} UniqueID(i) \right) \bmod (30) \tag{7}$$

où

$Frame_N$ est le nombre de Sous-cycles sans fil de configuration durant lequel patienter entre la première demande de balayage reçue et la transmission de la réponse de balayage;

$UniqueID$ est l'identifiant unique de l'Appareil sans fil (voir Figure B.3).

Un Appareil sans fil doit, indépendamment de son type de créneau temporel, toujours répondre en tant que DSlot dans un Créneau temporel pair. Le numéro de créneau temporel que l'Appareil sans fil doit utiliser doit être calculé conformément à l'Équation (8).

$$Slot_N = 2 \times \left(\sum_{i=1}^{9} UniqueID(i) \right) \bmod (4) \tag{8}$$

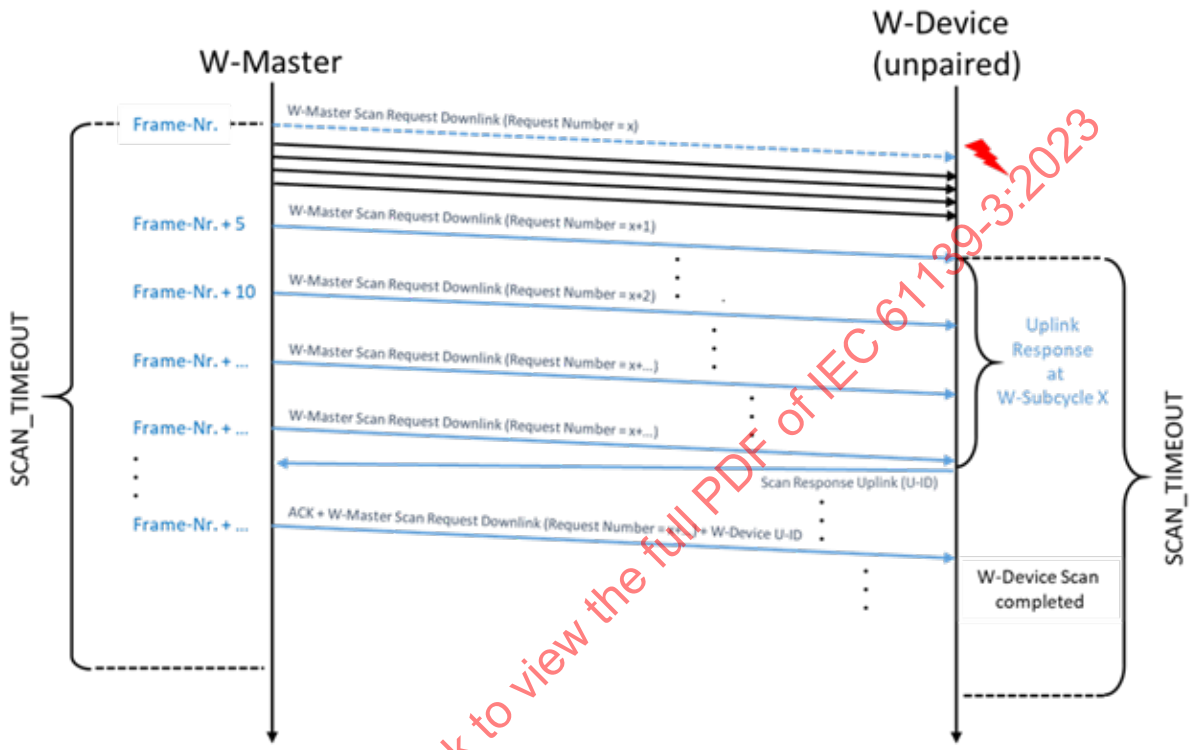
où

$Slot_N$ est le …, exprimé en …;

$UniqueID$ est l'identifiant unique de l'Appareil sans fil (voir Figure B.3).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Le Maître sans fil acquitte la réception de la réponse de balayage en définissant le bit d'acquittement correspondant dans la demande de balayage suivante. Afin d'éviter toute ambiguïté, la demande de balayage suivante inclut également l'UniqueID reçu pour l'Appareil sans fil (voir Figure B.3). Si un Appareil sans fil ne reçoit pas d'ACK pour sa réponse de balayage, il ne doit pas utiliser le Sous-cycle sans fil de configuration suivant pour la transmission de nouvelles tentatives, car cela pourrait entraîner davantage de collisions de paquets. La nouvelle tentative doit plutôt être générée après un nombre aléatoire (compris entre 2 et 31) de Sous-cycles sans fil de configuration.



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Anglais	Français
W-Master	Maître sans fil
W-Device (unpaired)	Appareil sans fil (non appairé)
Frame-Nr.	Frame_N
Uplink Response at W-Subcycle X	Réponse en liaison montante durant le Sous-cycle sans fil X
W - Master Scan Request Downlink (Request Number =x)	Liaison descendante de demande de balayage du Maître sans fil (Numéro de demande = x)
Frame-Nr. +....	Frame_N +...
W - Master Scan Request Downlink (Request Number =x+1)	Liaison descendante de demande de balayage du Maître sans fil (Numéro de demande = x+1)
W - Master Scan Request Downlink (Request Number =x+2)	Liaison descendante de demande de balayage du Maître sans fil (Numéro de demande = x+2)
W - Master Scan Request Downlink (Request Number =x+...)	Liaison descendante de demande de balayage du Maître sans fil (Numéro de demande = x+...)
ACK + W - Master Scan Request Downlink (Request Number =x+...) + W-Device U-ID	ACK + Liaison descendante de demande de balayage du Maître sans fil (Numéro de demande = x+...) + U-ID de l'Appareil sans fil
W-Device Scan completed	Balayage des Appareils sans fil terminé
Scan Response Uplink (U-ID)	Liaison montante de réponse de balayage (U-ID)

Figure 37 – Séquence de configuration pour le balayage

Un Appareil sans fil ne doit pas répondre deux fois aux demandes de balayage du même Maître sans fil dans le même intervalle SCAN_TIMEOUT.

5.7.1.3 Séquence de configuration et traitement des nouvelles tentatives d'appairage par UniqueID

La Figure 38 décrit la séquence d'appairage par UniqueID. Le Maître sans fil envoie ConnectionParameter par l'intermédiaire

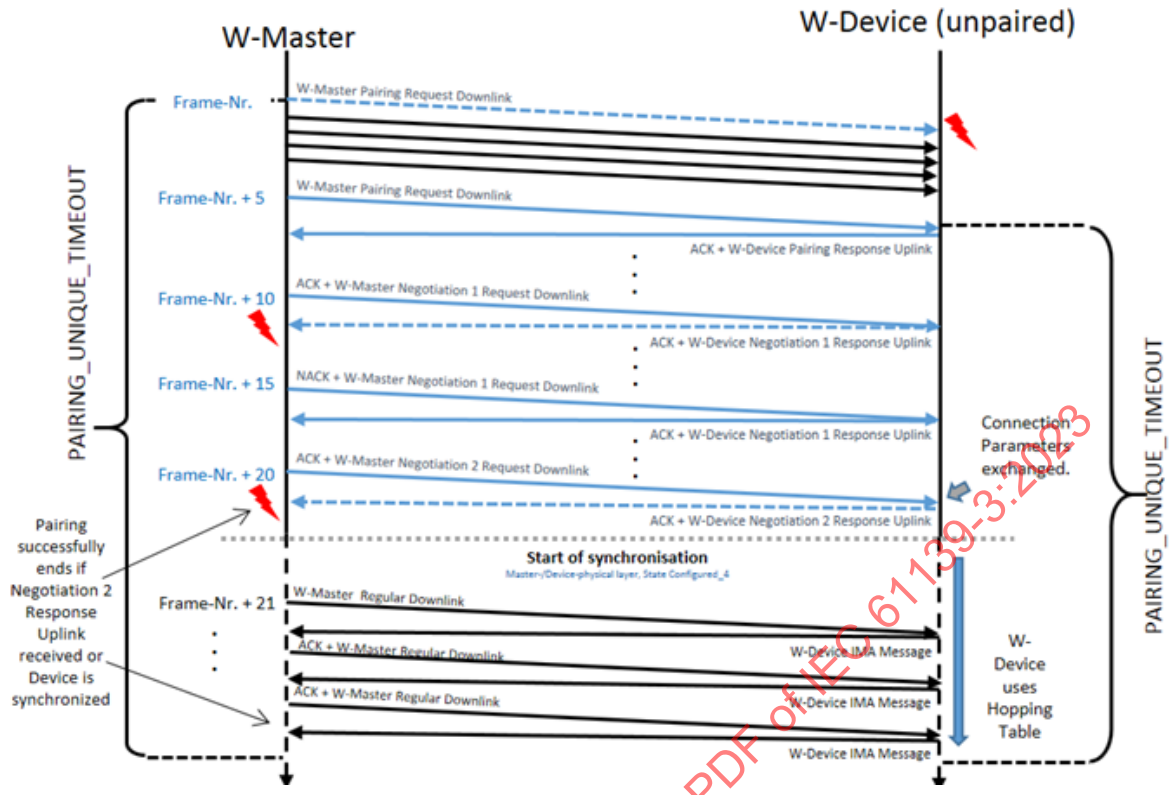
- de la liaison descendante de demande d'appairage (Roaming Flag = 0), voir Figure B.3;
- du paquet Demande de négociation en liaison descendante 1, voir Figure B.4;
- du paquet demande de négociation en liaison descendante 2, voir Figure B.5.

L'Appareil sans fil non appairé reçoit la demande d'appairage et, si l'UniqueID demandé est identique à l'UniqueID de l'Appareil sans fil, il doit répondre avec des liaisons montantes de réponse conformément à cette séquence:

- paquet Réponse d'appairage en liaison montante (voir Figure B.11);
- paquets Réponse de négociation en liaison montante 1 et 2 (voir paquet Négociation d'appairage en liaison montante à la Figure B.12).

Si une liaison descendante ou montante d'appairage a été perdue, les données doivent être retransmises lors du Sous-cycle sans fil de configuration suivant. Le nombre maximal de retransmissions totales au sein d'une demande de service est donné par la temporisation du service correspondant (voir Tableau H.7).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



Anglais	Français
W-Master	Maître sans fil
W-Device (unpaired)	Appareil sans fil (non appairé)
Frame-Nr.	Frame_N
PAIRING UNIQUE TIMEOUT	PAIRING_UNIQUE_TIMEOUT
W-Master Pairing Request Downlink	Liaison descendante de demande d'appairage du Maître sans fil
ACK + W-Device Pairing Response Uplink	ACK + Liaison montante de réponse d'appairage de l'Appareil sans fil
ACK + W-Master Negociation 1 Request Downlink	ACK + Liaison descendante de demande de négociation 1 du Maître sans fil
NACK + W-Master Negociation 1 Request Downlink	NACK + Liaison descendante de demande de négociation 1 du Maître sans fil
ACK + W-Device Negociation 1 Response Uplink	ACK + Liaison montante de réponse de négociation 1 de l'Appareil sans fil
Connection Parameters exchanged.	Paramètres de connexion échangés.
ACK + W-Master Negociation 2 Request Downlink	ACK + Liaison descendante de demande de négociation 2 du Maître sans fil
Pairing successfully ends if Negotiation 2 Response Uplink received or Device is synchronized	L'appairage se termine avec succès si la liaison montante de réponse de négociation 2 est reçue ou si l'Appareil est synchronisé.
W-Master Regular Downlink	Liaison descendante normale du Maître sans fil
ACK + W-Device Negotiation 2 Response Uplink	ACK + Liaison montante de réponse de négociation 2 de l'Appareil sans fil
Start of synchronisation Master / Device [illegible]	Début de synchronisation Couche physique du Maître/de l'Appareil, État Configured_4
W-Device IMA Message	Message IMA de l'Appareil sans fil
W-Device uses Hopping Table	L'Appareil sans fil utilise la table de saut
ACK + W-Master Regular Downlink	ACK + Liaison descendante normale du Maître sans fil

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 38 – Séquence de configuration pour l'appairage par UniqueID

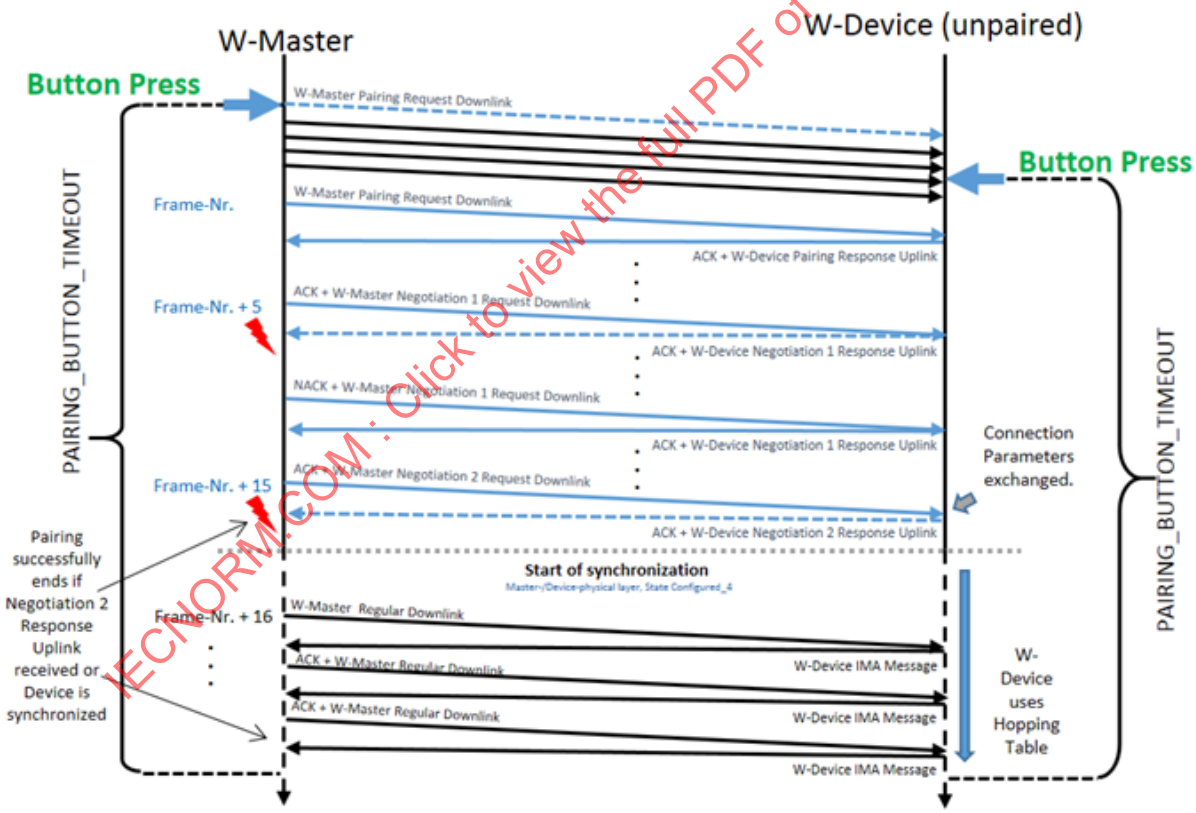
5.7.1.4 Séquence de configuration pour l'appairage par bouton

La Figure 39 décrit la séquence d'appairage par bouton. Si l'appairage par bouton est actif, le Maître sans fil envoie ConnectionParameter par l'intermédiaire de:

- la liaison descendante de demande d'appairage (voir Figure B.3);
- la liaison descendante de demande de négociation 1 (voir Figure B.4);
- la liaison descendante de demande de négociation 2 (voir Figure B.5).

Si l'Appareil sans fil non appairé a été activé par le bouton d'appairage et reçoit une demande d'appairage, alors l'Appareil sans fil répond par liaisons montantes conformément à cette séquence:

- liaison montante de réponse d'appairage (voir Figure B.11);
- liaison montante de réponse de négociation 1 et 2 (voir paquet Négociation d'appairage en liaison montante à la Figure B.12);
- si une liaison descendante ou montante d'appairage a été perdue, les données doivent être retransmises lors du Sous-cycle sans fil de configuration suivant. Le nombre maximal de retransmissions totales au sein d'une demande de service est donné par la temporisation du service correspondant (voir Tableau H.7).



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Anglais	Français
W-Master	Maître sans fil
W-Device (unpaired)	Appareil sans fil (non appairé)
Button Press	Appui sur un bouton
PAIRING_BUTTON_TIMEOUT	PAIRING_BUTTON_TIMEOUT
Frame-Nr.	Frame_N
Frame-Nr. + 5	Frame_N + 5
Frame-Nr. + 15	Frame_N + 15
W- Master Pairing Request Downlink	Liaison descendante de demande d'appairage du Maître sans fil
ACK + W-Device Pairing Response Uplink	ACK + Liaison montante de réponse d'appairage de l'Appareil sans fil
ACK + W-Device Negotiation 1 Response Uplink	ACK + Liaison montante de réponse de négociation 1 de l'Appareil sans fil
NACK + W-Master Negotiation 1 Request Downlink	NACK + Liaison descendante de demande de négociation 1 du Maître sans fil
ACK + W-Master Negotiation 2 Request Downlink	ACK + Liaison descendante de demande de négociation 2 du Maître sans fil
Connection Parameters exchanged.	Paramètres de connexion échangés.
Pairing successfully ends if Negotiation 2 Response Uplink received or Device is synchronized	L'appairage se termine avec succès si la liaison montante de réponse de négociation 2 est reçue ou si l'Appareil est synchronisé.
Frame-Nr. + 16	Frame_N + 16
ACK + W-Device Negotiation 2 Response Uplink	ACK + Liaison montante de réponse de négociation 2 de l'Appareil sans fil
Start of synchronization [illegible]	Début de synchronisation Couche physique du Maître/de l'Appareil, État Configured_4
ACK + W-Master Regular Downlink	ACK + Liaison descendante normale du Maître sans fil
W-Device IMA Message	Message IMA de l'Appareil sans fil
W-Device uses Hopping Table	L'Appareil sans fil utilise la table de saut
ACK + W-Master Negotiation 1 Request Downlink	ACK + Liaison descendante de demande de négociation 1 du Maître sans fil
ACK + W-Device Negotiation 1 Response Uplink	ACK + Liaison montante de réponse de négociation 1 de l'Appareil sans fil
W- MasterRequest Downlink	Liaison descendante de demande du Maître sans fil

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

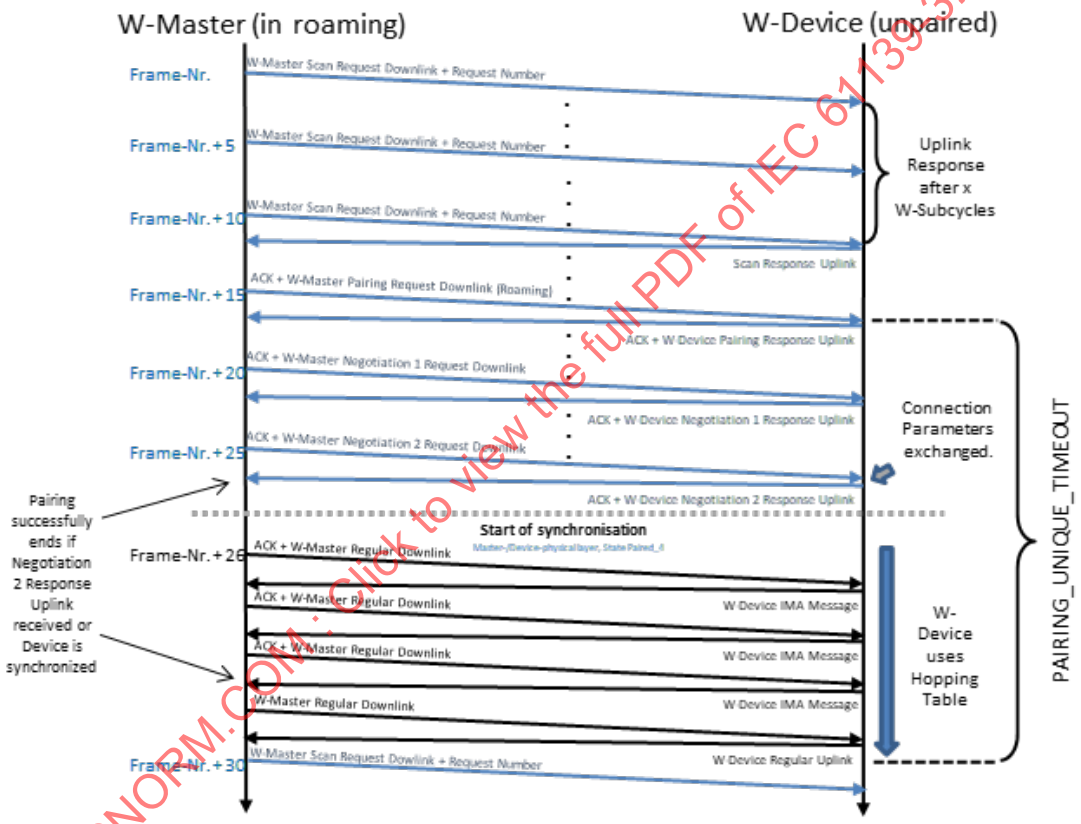
Figure 39 – Séquence de configuration pour l'appairage par bouton

5.7.1.5 Diagramme séquentiel de messages pour l'itinérance

La Figure 40 décrit la séquence de "Connexion de transfert" pour une connexion temporaire en mode itinérance.

Une Voie sans fil de Maître sans fil en mode itinérance doit normalement rechercher des Appareils sans fil non appairés (voir 5.7.1.2).

Si un Appareil sans fil non appairé doit être temporairement appairé en mode itinérance, le Maître sans fil exécute un appairage par UniqueID (voir 5.7.1.2, Séquence de configuration pour l'appairage par UniqueID) avec Roaming Flag = 1 (liaison descendante de demande d'appairage, voir Figure B.3).



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Anglais	Français
W-Master (in roaming)	Maître sans fil (en itinérance)
W-Device (unpaired)	Appareil sans fil (non appairé)
Frame-Nr.	Frame_N
W-Master Scan Request Downlink + Request Number	Liaison descendante de demande de balayage du Maître sans fil + Numéro de demande
Uplink Response after x W-Subcycles	Réponse en liaison montante après x Sous-cycles sans fil
ACK + W-Master Pairing Request Downlink (Roaming)	ACK + Liaison descendante de demande d'appairage du Maître sans fil (Itinérance)
Scan Response Uplink	Liaison montante de réponse de balayage
ACK + W-Device Pairing Response Uplink	ACK + Liaison montante de réponse d'appairage de l'Appareil sans fil
ACK + W-Device Negotiation 1 Responce Uplink	ACK + Liaison montante de réponse de négociation 1 de l'Appareil sans fil
ACK + W-Device Negotiation 2 Responce Uplink	ACK + Liaison montante de réponse de négociation 2 de l'Appareil sans fil
ACK + W-Master Negotiation 1 Request Downlink	ACK + Liaison descendante de demande de négociation 1 du Maître sans fil
ACK + W-Master Negotiation 2 Request Downlink	ACK + Liaison descendante de demande de négociation 2 du Maître sans fil
Connection Parameters exchanged.	Paramètres de connexion échangés.
Pairing successfully ends if Negotiation 2 Response Uplink received or Device is synchronized	L'appairage se termine avec succès si la liaison montante de réponse de négociation 2 est reçue ou si l'Appareil est synchronisé.
ACX + W-Master Regular Downlink	ACK + Liaison descendante normale du Maître sans fil
Start of synchronization [illegible]	Début de synchronisation Couche physique du Maître/de l'Appareil, État Configured_4
W-Device IMA Message	Message IMA de l'Appareil sans fil
W-Master Regular Downlink	Liaison descendante normale du Maître sans fil
W-Device uses Hopping Table	L'Appareil sans fil utilise la table de saut
PAIRING_UNIQUE_TIMEOUT	PAIRING_UNIQUE_TIMEOUT
W-Device Regular Downlink	Liaison descendante normale de l'Appareil sans fil

Figure 40 – Diagramme séquentiel de messages pour l'itinérance

5.7.2 Diagramme d'états de la PL du Maître sans fil

5.7.2.1 Généralités

La Figure 41 représente le diagramme d'états principal de la couche physique du Maître sans fil. Ce diagramme d'états décrit l'initialisation et le démarrage de la couche physique. Les sous-diagrammes d'états CyclicMode_2 et RoamingMode_3 (Figure 42) gèrent le fonctionnement de la couche physique en modes cyclique et itinérance. La seule différence opérationnelle entre les sous-diagrammes d'états est l'utilisation du mode balayage (sous-diagramme d'états Mode_Scan_12) de manière permanente (itinérance) et "sur demande" (cyclique).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

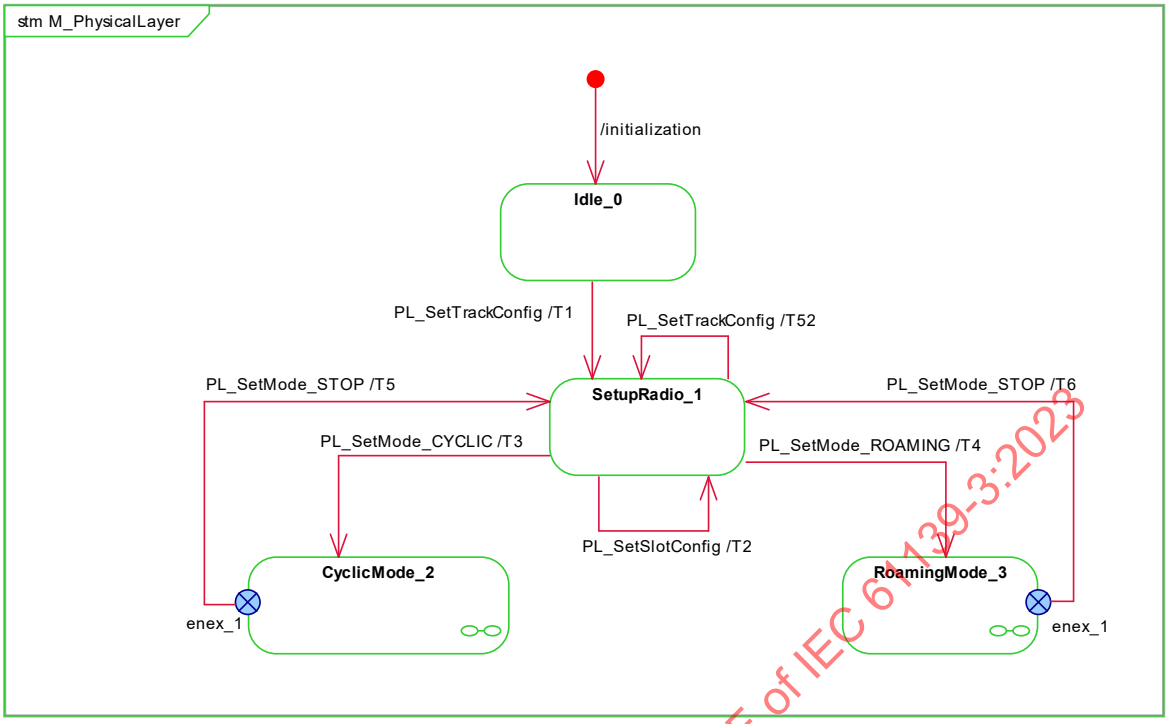


Figure 41 – Diagramme d'états de la PL du Maître sans fil

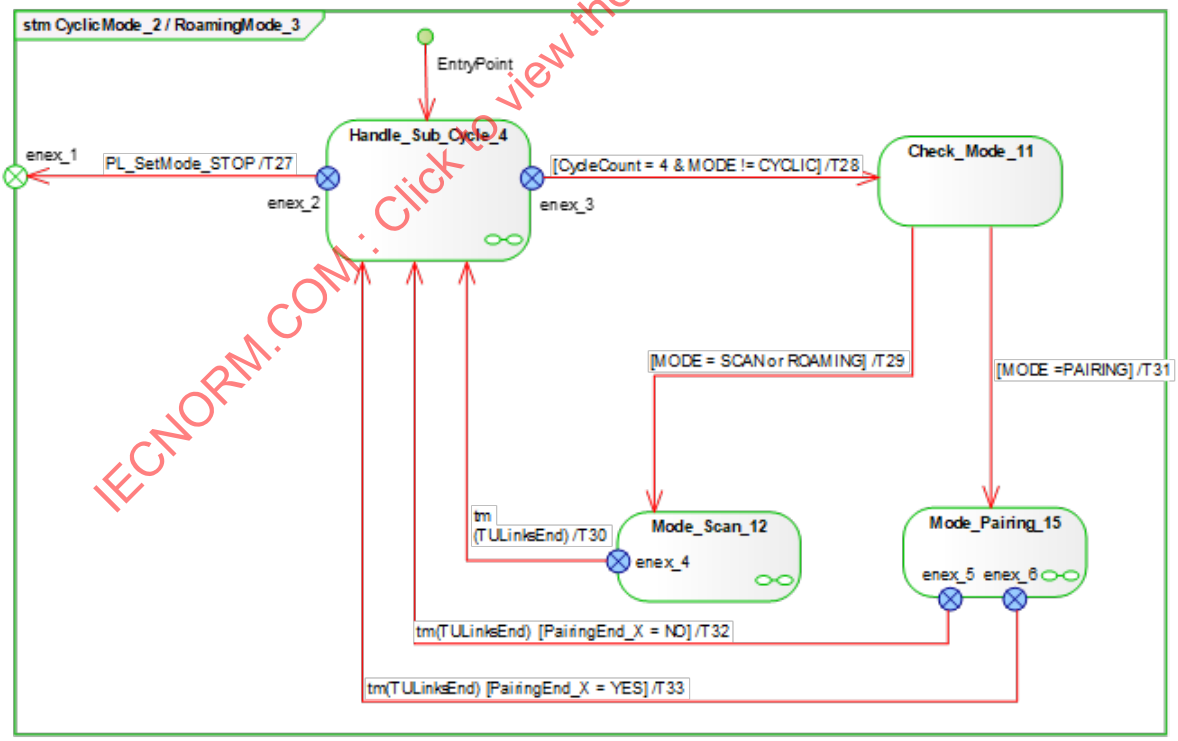
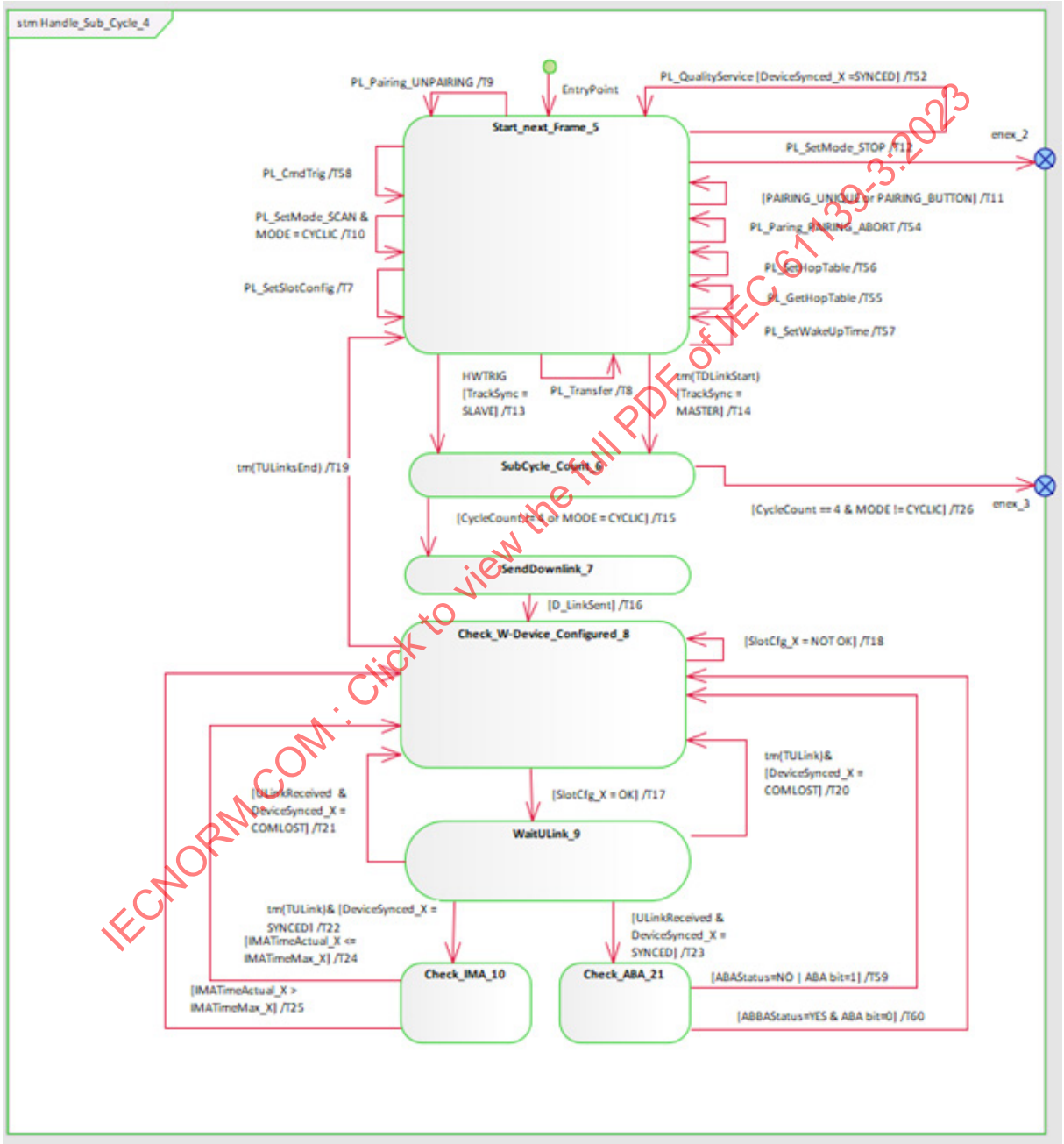


Figure 42 – Sous-diagramme de CyclicMode_2 ou RoamingMode_3 de la couche physique du Maître sans fil

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

5.7.2.2 Sous-diagramme de Handle_Sub_Cycle_4 de la couche physique du Maître sans fil

Le sous-diagramme d'états de Handle_Sub_Cycle_4 (Figure 43) gère le contrôle de temporisation dans chaque sous-cycle, la transmission de la liaison descendante, la réception des paquets en liaison montante et la gestion des expirations de temporisation IMA pour tous les Appareils configurés. Ce diagramme d'états déclenche le balayage si l'activation est demandée par le service PL_SetMode.req ou si la Voie du Maître sans fil est définie sur le mode itinérance. Il déclenche également l'appairage si le service Pairing.req est invoqué.



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 43 – Sous-diagramme de Handle_Sub_Cycle_4 de la couche physique du Maître sans fil

5.7.2.3 Sous-diagramme pour Mode_Scan_12

Le sous-diagramme d'états de Mode_Scan_12 (Figure 44) gère la transmission des télégrammes de demande de balayage à tous les Appareils sans fil non configurés et collecte les réponses de balayage.

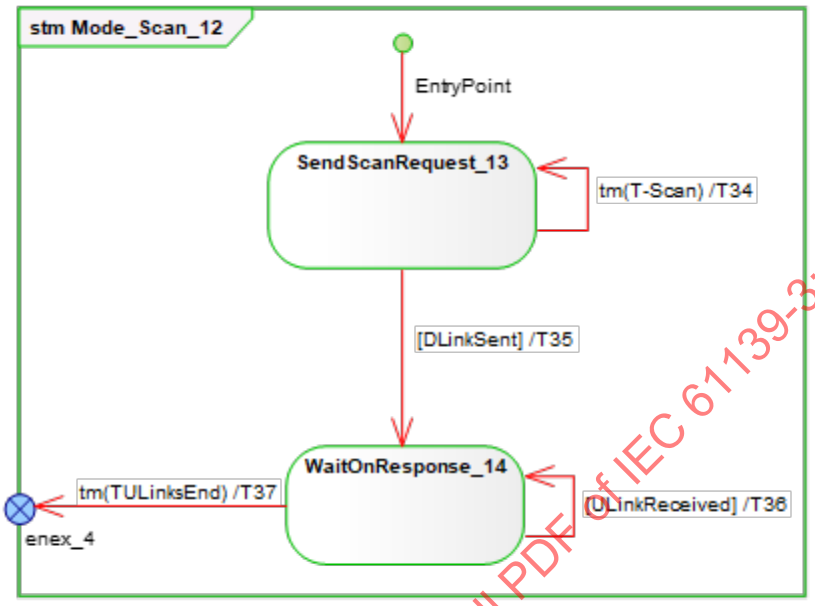


Figure 44 – Sous-diagramme pour Mode_Scan_12

5.7.2.4 Sous-diagramme pour Mode_Pairing_15

Le sous-diagramme d'états de Mode_Pairing_15 (Figure 45) gère la procédure d'appairage des Appareils sans fil non appairés. L'appairage à proprement parler est divisé en trois étapes: la demande d'appairage et deux étapes de négociation d'appairage.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

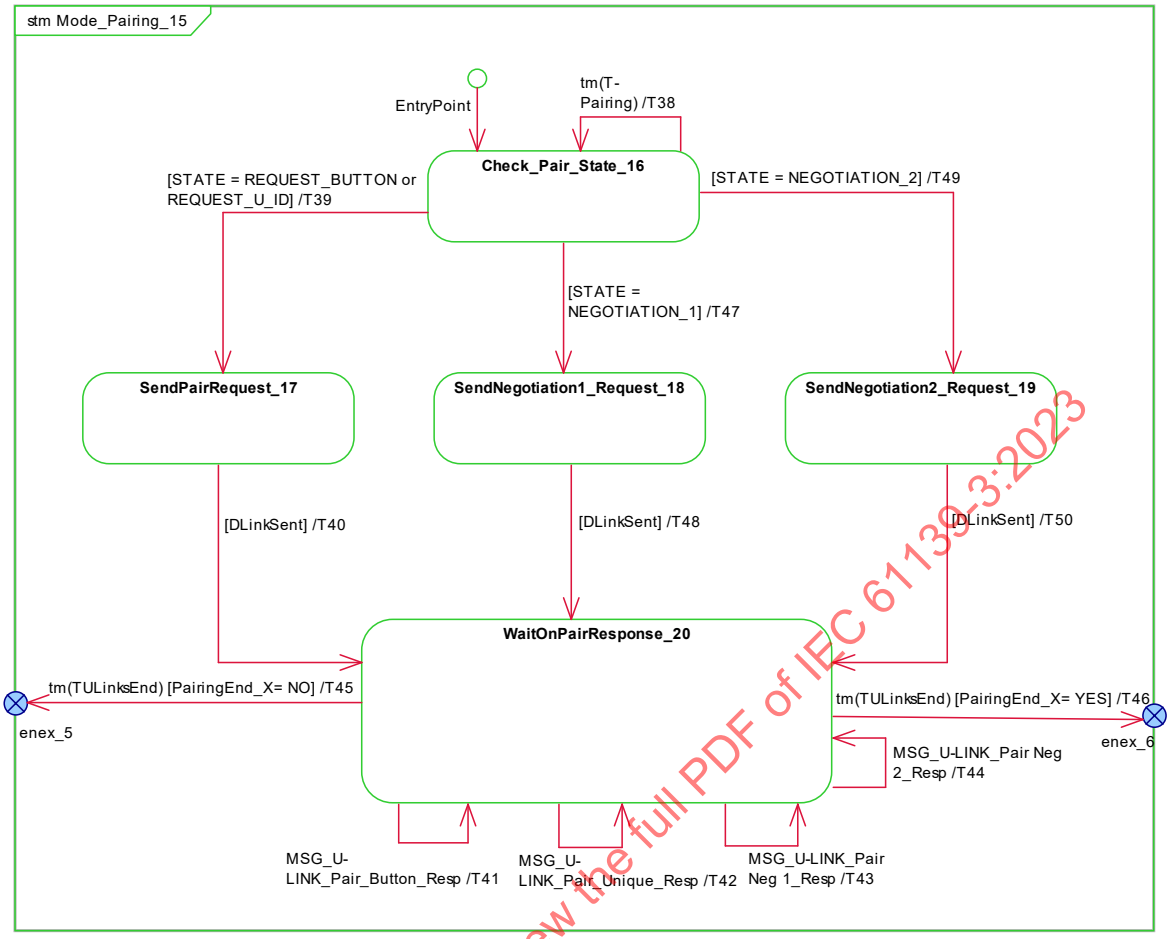


Figure 45 – Sous-diagramme pour Mode_Pairing_15

Le Tableau 35 représente les tables de transitions d'états de la couche physique du Maître sans fil.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 35 – Tables de transitions d'états de la couche physique du Maître sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Idle_0	Attente d'activation par SM_SetTrackConfig au moyen du service PL_SetTrackConfig.
SetupRadio_1	Initialisation et configuration de l'émetteur-récepteur radio (Voie sans fil) pour le fonctionnement radio, comme spécifié de 5.2 à 5.5 et en H.2 de l'Annexe H (Table de saut). Configuration du créneau temporel donné dans Slot_N au moyen du service PL_SetSlotConfig: UniqueID: identifiant unique de l'Appareil sans fil qui sera connecté à ce SSlot ou DSlot. Slot_N: créneau temporel spécifique au sein de l'affectation de créneaux temporels AMRT (voir Figure 31 "Format d'un Sous-cycle sans fil avec des DSlots" et Figure 32 "SSlots et DSlots"). SlotType: indique la longueur de liaison montante (voir Figure B.6 et Figure B.7). IMATime: contient la durée "I am alive" (voir C.4.4.3) pour détecter COMLOST.
CyclicMode_2	Échange cyclique dans une Trame sans fil entre le Maître sans fil et les Appareils sans fil en mode cyclique: Cet état entraîne la création des Trames sans fil, en commençant par la transmission de la liaison descendante et le traitement des liaisons montantes. Après chaque Trame sans fil (toutes les liaisons montantes traitées), cet état bascule la fréquence radio sur la fréquence suivante spécifiée par la table de saut de fréquence.
RoamingMode_3	Échange cyclique dans une Trame sans fil entre le Maître sans fil et les Appareils sans fil en mode itinérance: Cet état entraîne la création de chaque Trame sans fil, en commençant par la transmission de la liaison descendante et la réception des liaisons montantes. Après chaque Trame sans fil (toutes les liaisons montantes traitées), cet état bascule la fréquence radio sur la fréquence suivante donnée par la table de saut de fréquence. Tous les 5 Sous-cycles sans fil, la fréquence donnée par la table de saut est écrasée par l'une des fréquences de configuration dans une séquence alternante. En raison des liaisons descendantes de demande de balayage tous les 5 Sous-cycles sans fil, la disponibilité des canaux de données cycliques pour une durée de cycle de 5 ms peut être affectée. Par conséquent, il est recommandé d'utiliser des Appareils sans fil avec un Cycle sans fil d'au moins 10 ms dans une Voie sans fil en itinérance.
SM: Handle_SubCycle_4	Ce sous-diagramme transmet cycliquement les Trames sans fil (données utiles de liaison descendante et traitement de toutes les liaisons montantes). Il est utilisé par les états "CyclicMode_2" et "RoamingMode_3", en fonction de PL_SetMode (cyclique ou itinérance) (voir T3 et T4). En outre, cet état génère un déclencheur qui gère toutes les 5 Trames pour les modes SCAN, PAIRING et ROAMING, sélectionnées par le service PL_SetMode à l'état "Start_next_Frame_5".
SM: Start_next_Frame_5	Cet état charge les données du module de traitement des messages (MH) (rapportées par le service PL_Transfer) dans les données utiles de la liaison descendante (voir Figure B.1). Si le MH n'a pas de données à envoyer (PL_Transfer n'a pas été appelé), régler les données utiles sur 0 (Liaison descendante sans données). Cet état permet d'obtenir la fréquence suivante qui doit être utilisée pour la liaison descendante suivante à partir de la table de fréquences.
SM: SubCycle_Count_6	Cet état est utilisé pour déclencher toutes les 5 Trames sans fil pour les modes SCAN, PAIRING et ROAMING.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
SM: SendDownlink_7	Envoi de la liaison descendante normale par radio sur la fréquence sélectionnée à l'état "Start_next_Frame_5".
SM: Check_W-Device_Configured_8	Cet état vérifie si le créneau temporel réel (Appareil sans fil) est configuré.
SM: WaitULink_9	En attente de la réception de la transmission réelle en liaison montante jusqu'à ce que le paquet en liaison montante ait été reçu ou que le temporisateur T_{TUlink} ait été dépassé (voir Figure B.6 et Figure B.7). NOTE Le calcul CRC32 d'une liaison montante cyclique tient compte du DeviceDistinguishingID de ce créneau temporel (_X) (voir Article B.7 "Valeur prédéfinie pour la liaison montante cyclique").
SM: Check_IMA_10	Cet état gère la supervision IMA pour le créneau temporel réel, car l'Appareil sans fil est synchronisé, mais le paquet en liaison montante n'a pas été reçu.
SM: Check_Mode_11	Cet état est appelé tous les 5 Sous-cycles sans fil pour les modes SCAN, PAIRING et ROAMING pour sélectionner la liaison descendante qui doit être envoyée sur une fréquence de configuration.
SM: Mode_Scan_12	Ce sous-diagramme gère la liaison descendante et les liaisons montantes pour le mode balayage.
SM: SendScanRequest_13	Cet état gère la génération de la liaison descendante de demande de balayage (voir B.3.2 "Liaison descendante de balayage").
SM: WaitOnResponse_14	Cet état gère la réception des liaisons montantes de réponse de balayage (jusqu'à quatre réponses de balayage sont possibles (voir B.5.2 "Paquet Réponse de balayage en liaison montante")).
SM: Mode_Pairing_15	Ce sous-diagramme d'états gère le mode appairage.
SM: Check_Pair_State_16	Cet état gère la génération de la liaison descendante d'appairage suivante en fonction de l'état d'appairage.
SM: SendPairRequest_17	Cet état gère la transmission de la liaison descendante de demande d'appairage (voir B.3.3 "Liaison descendante de demande d'appairage"). Si STATE = REQUEST_BUTTON, utiliser la liaison descendante "Appairage par bouton" (voir Figure B.3 "Appairage par bouton"). Si STATE = REQUEST_U-ID, utiliser la liaison descendante "Appairage par UniqueID" (voir Figure B.3).
SM: SendNegotiation1_Request_18	Cet état gère la transmission de la liaison descendante de négociation d'appairage 1 (voir Figure B.4 "Liaison descendante de négociation 1").
SM: SendNegotiation2_Request_19	Cet état gère la transmission de la liaison descendante de négociation d'appairage 2 (voir Figure B.5 "Liaison descendante de négociation 2").
SM: WaitOnPairResponse_20	Cet état gère la réception du paquet Réponse d'appairage en liaison montante.
SM: Check_ABA_21	Cet état gère la supervision ABA pour le créneau temporel réel, vérifie la valeur ABAStatus et le bit ABA.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	Activation de la PL par la Gestion système par l'intermédiaire de PL_SetTrackConfig. Calcule la table de saut de fréquence en fonction des paramètres MasterID, BlockList et Track_N (voir Article H.2 "Création d'une table de saut de fréquence HT01 avec une liste de blocage"). Réglage de la variable interne TrackSync = YES ou NO (voir 5.6.2.2 "PL_SetTrackConfig")
T2	1	1	Activation par la Gestion système par l'intermédiaire de PL_SetSlotConfig(ParameterList). PL_SetSlotConfig prépare le créneau temporel "_X" correspondant donné dans le numéro de créneau (Slot_N) pour une connexion correcte de la manière suivante: Slot_N: Moment de réception spécifique au sein de l'affectation de créneaux temporels AMRT (voir Figure 31 et Figure 32). UniqueID: Le dernier des 4 octets de l'UniqueID (ID distinctif de l'Appareil) est utilisé comme XOR final de la somme de contrôle CRC32 (voir Article B.7). SlotType: Définit la longueur de la liaison montante (voir Figure 29 et Figure 30) pour configurer la longueur de réception de l'émetteur-récepteur. IMATime: Définit le nombre de Sous-cycles sans fil pour observer la présence de l'Appareil sans fil (voir C.4.4.3 pour le codage). Définit SlotCfg_X = OK. PL_SetMode doit renvoyer PARAMETER_CONFLICT si le SlotType est DSlot et Slot_N n'est pas pair.
T3	1	2	Activation par la Gestion système par l'intermédiaire de PL_SetMode(CYCLIC). Définit la variable interne Mode = CYCLIC. Définit CycleCount = 0. Définit la puissance de Tx radio pour l'émetteur-récepteur. Démarre le temporisateur $T_{DLinkStart}$ avec la valeur de M_SWITCH_TX_RX (208 µs) (voir Tableau 1).
T4	1	3	Activation par la Gestion système par l'intermédiaire de PL_SetMode(ROAMING). Définit la variable interne Mode = ROAMING Définit CycleCount = 0. Définit la puissance de Tx radio pour l'émetteur-récepteur. Démarre le temporisateur $T_{DLinkStart}$ avec la valeur de M_SWITCH_TX_RX (208 µs) (voir Tableau 1).
T5	2	1	Arrête la transmission des liaisons descendantes et réinitialise l'émetteur-récepteur de Voie sans fil. Le fonctionnement radio est désactivé après cette commande. Invoque PL_AHTStatus(STOP).
T6	3	1	Voir T5.
T7	5	5	Voir T2.
T8	5	5	Met à jour le tampon d'émission radio par rapport aux données utiles pour la liaison descendante suivante, délivrée à partir du MH par l'intermédiaire de PL_Transfer.req. NOTE Si la PL_Transfer.req n'est pas appelée depuis le MH, les données utiles sont définies sur 0 (dummy_DLink).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T9	5	5	Le désappairage est déclenché par le module de traitement des Ports sans fil au moyen du service PL_Pairing.req(UNPAIRING, Slot_N). Définit le bit dans SlotCfg_X = NOT OK. Cela marque le créneau temporel comme inutilisé. Définit le bit dans DeviceSynced_X = COMLOST. Invoque PL_State.ind(DeviceSynced) pour signaler les états des Appareils sans fil au module de traitement de mode DL.
T10	5	5	Définit Mode = SCAN. Cela active le traitement de la liaison descendante et des liaisons montantes toutes les 5 Trames (voir T26). Démarre le temporisateur $T_{T\text{-}Scan}$ avec la valeur SCAN_TIMEOUT.
T11	5	5	Définit Mode = PAIRING. Cela active le traitement de la liaison descendante et des liaisons montantes toutes les 5 Trames (voir T26). Définit PairingEnd_X = NO. Définit STATE = REQUEST_BUTTON or REQUEST_U-ID, en fonction du paramètre PL_Pairing(Method). Démarre le temporisateur $T_{T\text{-}Pairing}$ avec la valeur PAIRING_UNIQUE_TIMEOUT ou PAIRING_BUTTON_TIMEOUT, en fonction du paramètre donné par l'intermédiaire de PL_Pairing(Method, Timeout).
T12	5	0	Voir T5.
T13	5	6	La Voie sans fil est configurée telle que SyncTrack = NO. Démarre le Sous-cycle sans fil suivant sur le front montant du déclencheur externe HWTRIG provenant de la Voie du Maître sans fil. Si WakeUpCountdown est supérieur à 0, décrémenter de 1.
T14	5	6	La Voie sans fil est configurée telle que SyncTrack = YES. Démarre le Sous-cycle sans fil suivant si le temporisateur $T_{DLinkStart}$ est dépassé. Définit le déclencheur matériel HWTRIG (sortie) sur HIGH. Si WakeUpCountdown est supérieur à 0, décrémenter de 1.
T15	6	7	Incrémente CycleCount. Met à jour le champ ACK dans le tampon de sortie radio avec Device_ACK_Cyclic (voir Figure B.1 "Codage des Trames sans fil")
T16	7	8	L'émetteur-récepteur a envoyé une liaison descendante. Démarre le temporisateur $T_{ULinksEnd}$ avec la valeur de M_RX_Uplink. Si le temporisateur est dépassé, toutes les liaisons montantes ont été traitées et la Trame sans fil se termine. Définit Device_ACK_Cyclic = 0.
T17	8	9	Ce créneau temporel (_X) est configuré, si Unique_ID est <> 0. Configure la radio pour recevoir le créneau temporel et détecter une possible expiration de la temporisation: Bascule l'émetteur-récepteur sur Rx pour recevoir cette Liaison montante configurée. Pour la détection de l'expiration de la temporisation, lance le temporisateur T_{ULink} en fonction de SlotType (voir Tableau 1): SLOT: DxTX_ULink pour SLOT + D_GUARD (96 T_{BIT} + 8 T_{BIT}) DSLOT: DxTX_ULink_D pour DSlot + D_GUARD (200 T_{BIT} + 8 T_{BIT}) Mise à jour de XOR CRC32 final par rapport à l'ID distinctif de l'Appareil pour ce créneau (_X) (voir B.7). Pour plus d'informations sur le cadencement, voir Figure 31.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T18	8	8	Ce Slot_X n'est pas configuré. Incrémente _X pour vérifier / configurer la liaison montante suivante. NOTE Un créneau temporel n'est pas configuré, s'il a un ID unique = 0.
T19	8	5	WFrameComplete depuis que le temporisateur $T_{ULinksEnd}$ est dépassé. Démarre le temporisateur $T_{DLinkStart}$ avec la valeur de M_SWITCH_TX_RX (208 µs) (voir Tableau 1 "Temporisations de l'émetteur-récepteur"). Invoque PL_Transfer.ind(WFrameComplete = YES). Si TrackSync = YES, définit le déclencheur matériel HWTRIG (sortie) sur LOW.
T20	9	8	Incrémente le créneau temporel de la liaison montante (_X)
T21	9	8	Première liaison montante de Slot_X (W-Device_X) reçue. Définit l'Appareil sans fil comme étant synchronisé: Définit DeviceSynced_X = SYNCED. Définit Device_ACK_Cyclic_X = 1 Invoque PL_State.ind(DeviceSynced). Invoque PL_Transfer.ind(ULinkType = IMA, Slot_N = _X, Ack/Nack, WFrameComplete = NO). Définit IMATimeActual_X = 0. Incrémente le créneau temporel de la liaison montante (_X) Pour terminer une demande d'appairage en cas de retransmission au cours de l'appairage: Si PairingEnd_X = NO, définit PairingEnd_X = YES et définit Mode = CYCLIC ou ROAMING (en fonction du mode de Voie sans fil précédent)
T22	9	10	Aucune liaison montante n'a été reçue dans le temps donné du temporisateur T_{ULink}. Invoque PL_Transfer.ind(ULinkType = NOUPLINK, Slot_N = _X, NACK, WFrameComplete = NO). Incrémente le créneau temporel de la liaison montante (_X)
T23	9	21	La liaison montante a été reçue. Définit Device_ACK_Cyclic_X = 1, Définit IMATimeActual_X = 0. Incrémente le créneau temporel de la liaison montante (_X). Si l'Appareil sans fil a envoyé des données (voir B.4): Invoque PL_Transfer.ind(Data, DataLength, ULinkType = DATA, Slot_N = _X, Ack/Nack, WFrameComplete = NO). Si l'Appareil sans fil a envoyé une Trame IMA (voir Figure B.8 et Figure B.9): Invoque PL_Transfer.ind(ULinkType = IMA, Slot_N = _X, Ack/Nack, WFrameComplete = NO).
T24	10	8	Incrémente IMATimeActual_X pour respecter la durée "I am alive".
T25	10	8	IMATimeMax atteint. Une erreur d'expiration de temporisation IMA s'est produite. Définit DeviceSynced_X = COMLOST. Définit ABAStatus = NO Signale tous les états des Appareils sans fil au moyen d'une invocation de PL_State.ind(DeviceSynced).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T26	6	11	5e Sous-cycle sans fil atteint. Traitement toutes les 5 Trames pour les modes PAIRING, SCAN et ROAMING. Définit CycleCount = 0.
T27	4	0	Voir T5.
T28	4	11	Voir T26.
T29	11	12	Charge la liaison descendante "Demande de balayage" (voir B.3.2 "Demande de balayage") dans le tampon de sortie radio et démarre la transmission radio. Met à jour le champ ACK dans le tampon de sortie radio avec Device_ACK_Service (voir Figure B.2 "Demande de balayage").
T30	12	4	Voir T19.
T31	11	15	-
T32	15	4	Voir T19.
T33	15	4	WFrameComplete depuis que le temporisateur $T_{ULinksEnd}$ est dépassé. Démarre le temporisateur $T_{DLinkStart}$ avec la valeur de M_SWITCH_TX_RX (208 µs) (voir Tableau 1 "Temporisations de l'émetteur-récepteur"). Invoque PL_Transfer.ind(WFrameComplete = YES). Si TrackSync = YES, définit le déclencheur matériel HWTRIG (sortie) sur LOW. Définit Mode = CYCLIC ou ROAMING, en fonction du mode initial de la Voie sans fil (voir T3/T4).
T34	13	13	Temporisateur T_{TScan} expiré, conserve le mode balayage après ce Sous-cycle sans fil. Définit Mode = CYCLIC Invoque PL_ScanEnd.ind.
T35	13	14	L'émetteur-récepteur a envoyé la liaison descendante. Démarre le temporisateur $T_{ULinksEnd}$ avec la valeur de M_RX_Uplink. Si le temporisateur est dépassé, toutes les liaisons montantes ont été traitées et la Trame sans fil se termine. Définit Device_ACK_Service_X = 0.
T36	14	14	Un paquet en liaison montante de réponse de demande de balayage a été reçu. Définit Device_ACK_Service_X = 1. Invoque PL_Scan.ind(SlotType, UniqueID, Protocol VersionRevisionID). Voir 5.6.2.4. PL_Scan (Maître).
T37	14	4	Voir T19.
T38	16	16	Temporisateur TPairing expiré. Invoque PL_Pairing.ind(PAIRING_TIMEOUT). Définit PairingEnd_X = YES.
T39	16	17	Charge la liaison descendante de demande d'appairage dans le tampon de sortie radio, en fonction du mode d'appairage, et envoie la liaison descendante: Si STATE = REQUEST_BUTTON, utilise la liaison descendante de demande d'appairage "Demande d'appairage par bouton" (voir Figure B.4). Si STATE = REQUEST_U_ID, utilise la liaison descendante de demande d'appairage "Demande d'appairage par UniqueID" (voir Figure B.4). Met à jour le champ ACK dans le tampon de sortie radio avec Device_ACK_Service (voir Figure B.4).
T40	17	20	Voir T35.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T41	20	20	La radio a reçu MSG_UPLINK_Pair_Button_Resp (voir Tableau B.21). Définit Device_ACK_Service_X = 1. Définit STATE = NEGOTIATION_1.
T42	20	20	La radio a reçu MSG_UPLINK_Pair_Unique_Resp (voir Tableau B.21). Définit Device_ACK_Service_X = 1. Définit STATE = NEGOTIATION_1.
T43	20	20	La radio a reçu MSG_UPLINK_Pair Neg 1_Resp (voir Tableau B.21). Définit Device_ACK_Service_X = 1. Définit STATE = NEGOTIATION_2.
T44	20	20	La radio a reçu MSG_UPLINK_Pair Neg 2_Resp (voir Tableau B.21). Définit Device_ACK_Service_X = 1. Invoque PL_Pairing.ind(PAIRING_SUCCESS). Définit PairingEnd_X = YES.
T45	20	4	Voir T19.
T46	20	4	Voir T33.
T47	16	18	Charge la liaison descendante Negotiation_1 dans le tampon de sortie radio et envoie la liaison descendante (voir B.3.4). Met à jour le champ ACK dans le tampon de sortie radio avec Device_ACK_Service_X (voir B.3.4).
T48	18	20	Voir T35.
T49	16	19	Charge la liaison descendante Negotiation_2 dans le tampon de sortie radio et envoie la liaison descendante (voir B.3.4). Met à jour le champ ACK dans le tampon de sortie radio avec Device_ACK_Service_X (voir B.3.4 "Liaison descendante de négociation d'appairage").
T50	19	20	Voir T35.
T51	5	5	—
T52	1	1	Calcule la table de saut de fréquence en fonction des paramètres MasterID, BlockList et Track_N (voir Article H.2 "Création d'une table de saut de fréquence HT01 avec une liste de blocage"). Réglage de la variable interne TrackSync = YES ou NO (voir 5.6.2.2 "PL_SetTrackConfig") NOTE MASTER: génère le signal matériel de synchronisation (HWTRIG) (sortie) pour les Voies sans fil subordonnées pour la synchronisation. SLAVE: la Voie doit utiliser le signal matériel de synchronisation (entrée) pour envoyer les liaisons descendantes (voir T13 et T14).
T53	5	5	Arrête le temporisateur TPairing. Définit PairingEnd_X = YES.
T54	5	5	—
T55	5	5	Activation par la Gestion système par l'intermédiaire de PL_SetHopTable. Charge la nouvelle table de saut.
T56	5	5	Activation par la Gestion système par l'intermédiaire de PL_SetWakeUpTime(WakeUpTime). Définit la variable interne WakeUpCountdown = WakeUpTime.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T57	5	5	Activation par le module de traitement des commandes de liaison de données par l'intermédiaire de PL_CmdTrig. Commande: Cas WAKE_UP_TIME: Invoque PL_WakeUpTime(WakeUpCountdown, Slot_N). Cas W_DEVICE_AWAKE: Indique que l'Appareil sans fil basse consommation a envoyé l'IMA à l'heure WakeUpTime, si tous les Appareils sans fil basse consommation ont envoyé un IMA, puis renvoie PL_CmdTrig.cnf(JUMP). Cas W_DEVICE_NOT_AWAKE: Indique que l'Appareil sans fil basse consommation n'a pas envoyé l'IMA à l'heure WakeUpTime, renvoie PL_CmdTrig.cnf(WAKE_UP_ABORT) et PL_AHTStatus(WAKE_UP_ABORT). Cas JUMP: Bascule sur la nouvelle table de saut, en commençant par la fréquence HOP-1, invoque PL_AHTStatus(JUMP_SUCCESS). Cas JUMP_FAIL: Indique qu'un Appareil sans fil n'a pas acquitté la commande JUMP. Invoque PL_AHTStatus(JUMP_FAIL).
T58	21	8	Si le bit ABA de l'Appareil sans fil est activé, définit ABAStatus_X = YES.
T59	21	8	Indication ABA reçue. L'Appareil sans fil avait COMLOST. Définit DeviceSynced_X = COMLOST. Définit ABAStatus = NO. Signale tous les états des Appareils sans fil au moyen d'une invocation de PL_State.ind(DeviceSynced).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
$T_{DLinkStart}$	Constante de temps	Voir Tableau 1, M_SWITCH_TX_RX
$T_{ULinksEnd}$	Constante de temps	Voir Tableau 1, M_RX_ULink
T_{ULink}	Temps	Temporisateur permettant de basculer la radio sur Rx et vérifier si une liaison montante a été reçue dans le délai donné. Le temporisateur doit être chargé en fonction du Slot-Type: SSLOT: DxTX_ULink pour SSlot + D_GUARD (96 T_{BIT} + 8 T_{BIT}) DSLOT: DxTX_ULink_D pour DSlot + D_GUARD (200 T_{BIT} + 8 T_{BIT})
$T_{T\text{-}Pairing}$	Temps	Le temporisateur est utilisé avec les valeurs PAIRING_BUTTON_TIMEOUT ou PAIRING_UNIQUE_TIMEOUT (voir T10).
$T_{T\text{-}Scan}$	Constante de temps	Le temporisateur est utilisé avec la valeur SCAN_TIMEOUT (voir T10).
Mode	Variable	Cette variable est utilisée pour sélectionner les différentes liaisons descendantes. Valeurs admises: CYCLIC, ROAMING, SCAN ou PAIRING.
CycleCount	Variable	Compteur de Sous-cycles sans fil.
TrackSync	Variable	Définit si la Voie sans fil génère ou reçoit un signal de synchronisation du matériel de la Trame sans fil. Valeurs admises: YES ou NO (voir 5.6.2.2 "PL_SetTrackConfig").
ULinkReceived	Bool	Drapeau qui doit être défini par le matériel radio si un paquet en liaison montante a été reçu.
DLinkSent	Bool	Drapeau qui doit être défini par le matériel radio si un paquet en liaison descendante a été envoyé.
PairingEnd_X	Bool	Drapeau qui indique si l'appairage est terminé. Valeurs admises: YES, NO.
SlotCfg_X	Bool	Drapeau qui indique si le créneau temporel correspondant est configuré. Valeurs admises: YES, NO.
DeviceSynced_X	Bool	Drapeau qui indique si l'Appareil sans fil pour le créneau temporel correspondant est disponible/synchronisé. Valeurs admises: SYNCED, COMLOST. Voir 5.6.2.8 "PL_State". NOTE Une modification de DeviceSynced_X conduit à PL_State.ind(DeviceSynced) où le drapeau X correspondant est défini sur SYNCED ou COMLOST.
DeviceSynced	Variable	Variable qui contient SYNCED ou COMLOST de chaque créneau temporel, codée par l'intermédiaire du drapeau DeviceSynced_X.
ABAStatus_X	Bool	Drapeau qui indique l'état du bit ABA pour le créneau temporel correspondant. Valeurs admises: YES, NO.
IMATimeActual_X	Variable	Variable permettant de compter le nombre de Sous-cycles sans fil, si un Appareil sans fil est synchronisé mais qu'aucune liaison montante n'a été reçue (voir T24).
IMATimeMax_X	Variable	Cette variable conserve la valeur IMATime en Sous-cycles sans fil (voir C.4.4.3 pour le codage), délivrée au moyen du service PL_SetSlotConfig (voir 5.6.2.6).
Device_ACK_Cyclic_X	Variable	Cette variable conserve l'acquittement, codé en bits, pour la liaison montante reçue en mode cyclique.
Device_ACK_Service_X	Variable	Cette variable conserve l'acquittement codé en bits pour la liaison montante reçue en mode service.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

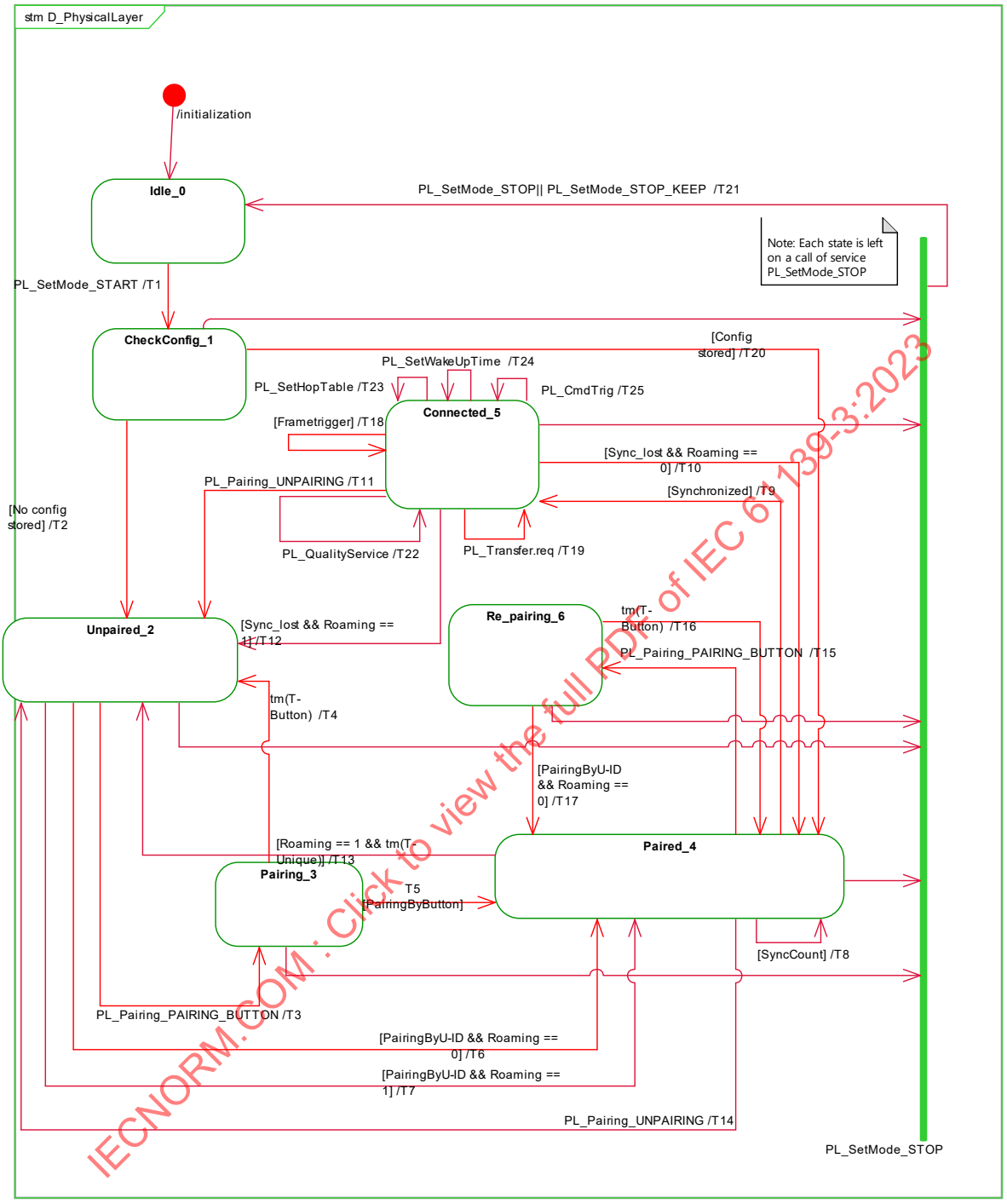
ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
STATE	Variable	Variable permettant de conserver les états pendant la procédure d'appairage (voir Figure 45). Sous-diagramme pour Mode_Pairing_15 Valeurs admises: REQUEST_BUTTON, REQUEST_U_ID, NEGOTIATION1, NEGOTIATION2.
PAIRING_BUTTON_ TIMEOUT	Paramètre	Ce paramètre est délivré au moyen du service PL_Pairing (5.6.2.8). Voir 5.6.2.7 "PL_Pairing-Service" et 5.7.1.3 "Traitement des nouvelles tentatives d'appairage par UniqueID".
PAIRING_UNIQUE_ TIMEOUT	Constante	Voir Tableau H.7 et 5.7.1.3.
SCAN_TIMEOUT	Constante	Voir Tableau H.7 et 5.7.1.3.
WakeUpCountdown	Variable	Cette variable effectue un décompte jusqu'à 0, en partant de la valeur délivrée au moyen du service PL_SetWakeUpTime. Valeur actuelle envoyée à l'AHT par l'intermédiaire de PL_WakeUpTime.
NOTE X marque les variables qui sont individuelles dans chaque Slot_N. La plage de _X est le numéro de créneau temporel 0 à 7.		

5.7.3 Diagramme d'états de la PL de l'Appareil sans fil

5.7.3.1 Généralités

La Figure 46 représente le diagramme d'états principal de la couche physique de l'Appareil sans fil. Le diagramme d'états gère l'initialisation initiale des opérations d'appairage, de désappairage et cyclique de l'Appareil sans fil. En fonction de la demande d'appairage, l'Appareil sans fil est soit configuré en itinérance, soit en tant qu'Appareil sans fil cyclique. La différence principale entre deux modes est la réaction face à un événement Sync_lost de communication. Dans le cas où l'Appareil sans fil est configuré pour l'itinérance, il passe immédiatement à l'état Unpaired_2. Sinon, il passe à l'état Paired_4 et attend que le Maître sans fil revienne à la plage ou que l'appairage par bouton soit activé par la couche d'application.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Anglais	Français
Note: Each state is left on a call of service PL_SetMode_STOP	Note: Chaque état est abandonné en cas d'appel de service PL_SetMode_STOP.

Figure 46 – Diagramme d'états de la PL de l'Appareil sans fil

Le Tableau 36 montre les tables de transitions d'états de la couche physique de l'Appareil sans fil (Appareil sans fil normal).

Tableau 36 – Tables de transitions d'états de la couche physique de l'Appareil sans fil (Appareil sans fil normal)

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Idle_0	Attente d'activation par l'intermédiaire de la Gestion système par le Service PL_SetMode.
CheckConfig_1	Vérifie la disponibilité de ConnectionParameter dans la mémoire non volatile (voir Tableau B.1).
Unpaired_2	Attente d'une demande de balayage ou d'une demande d'appairage par UniqueID (par l'intermédiaire du Maître sans fil) ou d'un appui sur le bouton de l'Appareil sans fil. L'Appareil sans fil doit écouter les canaux de configuration (voir 5.5.4) pour recevoir des liaisons descendantes de configuration par l'intermédiaire de l'UniqueID (appel par U-ID). Si une liaison descendante de demande d'appairage du Maître sans fil (MSG_DLink_PAIR_UNIQUE) est reçue, démarre le temporisateur ($T_{T\text{-}Unique}$).
Pairing_3	Attente d'une demande d'appairage par bouton de la part du Maître sans fil (MSG_DLink_PAIR_BUTTON). L'Appareil sans fil doit écouter sur les canaux de configuration (voir Figure B.3) pour recevoir une liaison descendante de configuration (appel par bouton).
Paired_4	L'Appareil sans fil a un paramètre ConnectionParameter valide. Il doit attendre la synchronisation de la fréquence à Col_N. Lorsque la resynchronisation à Col_N échoue dans un délai approprié, Col_N doit par la suite être incrémenté pour le prochain cycle de synchronisation. Voir également G.1.6 "Maître sans fil non accessible".
Connected_5	L'Appareil sans fil est connecté à son Maître sans fil appairé par l'intermédiaire de cycles de communication sans fil normaux (voir Figure B.3).
Re_pairing_6	Attente des canaux de configuration pour la demande de balayage ou la demande d'appairage par UniqueID (par l'intermédiaire du Maître sans fil).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	Activation par la Gestion système par l'intermédiaire de PL_SetMode.req(Start). (voir Tableau 125 "Transition T1").
T2	1	2	La Radio de l'Appareil n'a pas de paramètres ConnectionParameter valides enregistrés (voir Tableau B.1).
			Invoque PL_State.ind(UNPAIRED).
T3	2	3	L'état d'appairage de l'Appareil sans fil (par bouton) est saisi par le service PL_Pairing.req(PAIRING_BUTTON) par l'intermédiaire de SM_SetDeviceMode(PAIRING_BUTTON). Lance le temporisateur ($T_{T\text{-}Button}$).
T4	3	2	Invoque PL_Pairing.ind(TIMEOUT) (voir Tableau H.7) si le temporisateur ($T_{T\text{-}Button}$) a expiré.
T5	3	4	L'appairage par séquence de bouton a été exécuté avec succès (voir Figure 39). Le ConnectionParameter valide a été reçu avec succès. Stocke ConnectionParameter dans la mémoire non volatile. Invoque PL_Pairing.ind(PERMANENT) pour signaler un appairage réussi. Définit SyncCounter sur 0. Définit le DataSyncword reçu (voir 5.3.4). Arrête le temporisateur ($T_{T\text{-}Button}$).
T6	2	4	L'appairage par séquence UniqueID a été exécuté avec succès. (Voir Figure 38 "Séquence de configuration pour l'appairage par UniqueID".) Le ConnectionParameter valide a été reçu avec succès. Stocke ConnectionParameter dans la mémoire non volatile. Invoque PL_Pairing.ind(PERMANENT) pour signaler un appairage réussi. Définit SyncCounter sur 0. Définit le DataSyncword reçu (voir Tableau B.22).
T7	2	4	L'appairage par séquence UniqueID a été exécuté avec succès. (Voir Figure 40 "Diagramme séquentiel de messages pour l'itinérance".) Le ConnectionParameter valide a été reçu avec succès. Enregistre ConnectionParameter dans la mémoire volatile uniquement. Invoque PL_Pairing.ind(TEMPORARY) pour signaler un appairage réussi. Définit SyncCounter sur 0. Définit le DataSyncword reçu (voir Tableau B.22).
T8	4	4	Envoie une liaison montante IMA au Maître sans fil sur chaque liaison descendante reçue (voir par exemple Figure 38 "Séquence de configuration pour l'appairage par UniqueID"). Si la liaison descendante a bien été reçue, incrémente SyncCounter (SyncCounter = SyncCounter+1). Sinon, définit le SyncCounter sur 0.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T9	4	5	La connexion est synchronisée si SyncCounter >= Sync. Définit SyncLostCounter sur 0. Définit le bit ABA sur 0. Invoque l'indication de service PL_State.ind(SYNCED) pour signaler que la connexion est établie. Arrête le temporisateur ($T_{T\text{-}Unique}$). Arrête le temporisateur ($T_{T\text{-}Button}$).
T10	5	4	La synchronisation est perdue si SyncLostCounter > 5 × MaxRetry. Invoque l'indication de service PL_State.ind(COMLOST) pour signaler que la connexion a été perdue. Définit SyncCounter sur 0. Définit le bit ABA sur 1.
T11	5	2	Le désappairage a été déclenché par MasterCommand au moyen du service PL_Pairing.req(UNPAIRING). Invoque l'indication de service PL_State.ind(COMLOST) pour signaler que l'Appareil sans fil n'est pas connecté. Supprime les paramètres ConnectionParameter non volatils (voir Tableau B.1). Définit SyncCounter sur 0. Définit Roaming sur 0.
T12	5	2	La synchronisation est perdue si SyncLostCounter > 5 × MaxRetry Invoque l'indication de service PL_State.ind(COMLOST) pour signaler que l'Appareil sans fil n'est pas connecté. Supprime les paramètres ConnectionParameter volatils (voir Tableau B.1). Définit SyncCounter sur 0. Définit Roaming sur 0.
T13	4	2	Supprime les paramètres ConnectionParameter non volatils (voir Tableau B.1). Définit SyncCounter sur 0. Définit Roaming sur 0.
T14	4	2	Voir T11.
T15	4	6	L'état Re_pairing de l'Appareil sans fil est saisi par le service PL_Pairing.req(PAIRING_BUTTON) par SM_SetDeviceMode (PAIRING). Lance le temporisateur ($T_{T\text{-}Button}$).
T16	6	4	Voir T4.
T17	6	4	Arrête le temporisateur ($T_{T\text{-}Button}$) (voir T6).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T18	5	5	Invoque PL_Transfer_ind pour signaler le Frametrigger (Sous-cycle de Trame sans fil) au module de traitement des messages dans les cas suivants: Cas 1: Liaison descendante reçue; les données pour cet Appareil sans fil sont disponibles (DataLength>0) (voir 5.7.3.2). Définit SyncLostCounter sur 0. Cas 2: Liaison descendante reçue sans données pour cet Appareil sans fil (DataLength=0, voir 5.7.3.2). Définit SyncLostCounter sur 0. Cas 3: Aucune liaison descendante reçue alors que l'Appareil sans fil est encore synchronisé/connecté. Acknowledge=0, DataLength=0. (Le Frametrigger doit être généré par le temporisateur avec une durée de Sous-cycle de Trame sans fil). Incrémente SyncLostCounter.
T19	5	5	Met à jour le tampon d'émission radio par rapport aux données utiles pour la liaison montante suivante, délivrée à partir du MH par l'intermédiaire de PL_Transfer.req. Si la PL_Transfer.req n'est pas appelée depuis le MH, les données utiles doivent être définies sur 0 (dummy_ULink, voir 5.7.3.2).
T20	1	4	La Radio a enregistré un paramètre ConnectionParameter valide (voir Tableau B.1). Invoque PL_State.ind(PAIRED). Définit RoamingKeepCfg sur 0.
T21	Tous	0	Tout état doit être abandonné en cas d'appel du service PL_SetMode(STOP) ou PL_SetMode(STOP_KEEP) par l'intermédiaire de la Gestion système. Si Roaming == 1 et PL_SetMode(STOP_KEEP) est appelé, alors définit RoamingKeepCfg sur 1 et définit tm(T-Unique).
T22	5	5	Invoque PL_QualityService.cnf
T23	5	5	Activation par la Gestion système par l'intermédiaire de PL_SetHopTable. Charge la nouvelle table de saut.
T24	5	5	Activation par la Gestion système par l'intermédiaire de PL_SetWakeUpTime. Renvoie PL_CmdTrig.cnf(WakeUpTime).
T25	5	5	Activation par le module de traitement des commandes de liaison de données par l'intermédiaire de PL_CmdTrig. Commande: Cas WAKE_UP_TIME: Aucune action Le module de traitement des commandes attend WakeUpTime par l'intermédiaire de PL_CmdTrig.cnf(WakeUpTime). Cas JUMP: Bascule sur la nouvelle table de saut, en commençant par la fréquence HOP-1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
SyncCounter	Variable	Compteur pour les trames de liaison descendante reçues (voir T8).
Sync	Constante	Sync = 3.
SyncLostCounter	Variable	Compteur pour les trames de liaison descendante perdues (voir T9 et T16).
Itinérance	Variable	Ce drapeau volatil indique si l'Appareil sans fil est appairé de façon permanente ou temporaire (voir T6, T7, T10, T12). La variable doit être initialisée à 0 pendant l'initialisation et elle est transmise pendant la procédure d'appairage.
MaxRetry	Variable	Valeur pour générer Sync_Lost. Cette variable est transmise au moyen du service DL_SetParam.
WakeUpTime	Variable	Valeur de l'Appareil sans fil basse consommation, envoyée au module de traitement des commandes par l'intermédiaire de PL_CmdTrig.cnf().
RoamingKeepCfg	Variable	Informe que le redémarrage actuel est appelé par l'application. En cas d'itinérance, les paramètres de connexion doivent être conservés.
$T_{T\text{-}Unique}$	Temps	Voir Tableau H.7, définition de PAIRING_UNIQUE_TIMEOUT
$T_{T\text{-}Button}$	Temps	Voir Tableau H.7, définition de PAIRING_BUTTON_TIMEOUT

5.7.3.2 Traitement de la liaison descendante dans l'Appareil sans fil par l'intermédiaire de la PL

À la réception de chaque liaison descendante, la PL doit analyser les données utiles de la liaison descendante pour collecter tous les Messages sans fil dirigés vers cet Appareil sans fil adressé ou toute Commande principale de diffusion. Les Messages sans fil collectés (ControlOctets inclus) doivent être envoyés au module de traitement des messages DL-A par l'intermédiaire de Transfer.ind. S'il y a un ou plusieurs Messages sans fil pour l'Appareil actuel reçu, la PL doit générer un acquittement, qui doit être automatiquement transmis dans la liaison montante suivante. Si Transfer.req n'a pas été invoqué, alors les données utiles doivent être mises à zéro (liaison montante factice).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

6 Couche de liaison de données (DL-A)

6.1 Généralités

Les couches de liaison de données sont concernées par la remise de messages entre un Maître sans fil et un Appareil sans fil.

Un ensemble de services DL est utilisé par la couche d'application (AL) pour l'échange de données de processus (PD) et de données d'Événements ou ISDU. Un autre ensemble de services DL est utilisé par la Gestion système (SM) pour la récupération des paramètres d'identification de l'Appareil et le réglage des diagrammes d'états dans la couche DL. La couche DL utilise des services PL pour commander la couche physique (PL). La couche DL est chargée de la détection d'erreurs dans les messages (qu'elles soient internes ou renvoyées par la PL) et de prendre les mesures correctives appropriées (par exemple, une nouvelle tentative).

Les couches de liaison de données sont structurées en fonction de la nature des catégories de données en modules de traitement de données de processus et modules de traitement d'Événements/ISDU, qui à leur tour utilisent un module de traitement des messages pour traiter la transmission de messages demandée. Chaque module de traitement comporte son propre diagramme d'états.

La couche de liaison de données est divisée en une section DL-A d'ordonnancement des données avec ses propres services internes, et une section DL-B de traitement des données avec des services externes.

La couche DL utilise des invocations réglementaires internes supplémentaires entre les modules de traitement définies dans la section "Éléments internes" des tables de transitions d'états correspondants.

6.2 Maître sans fil général

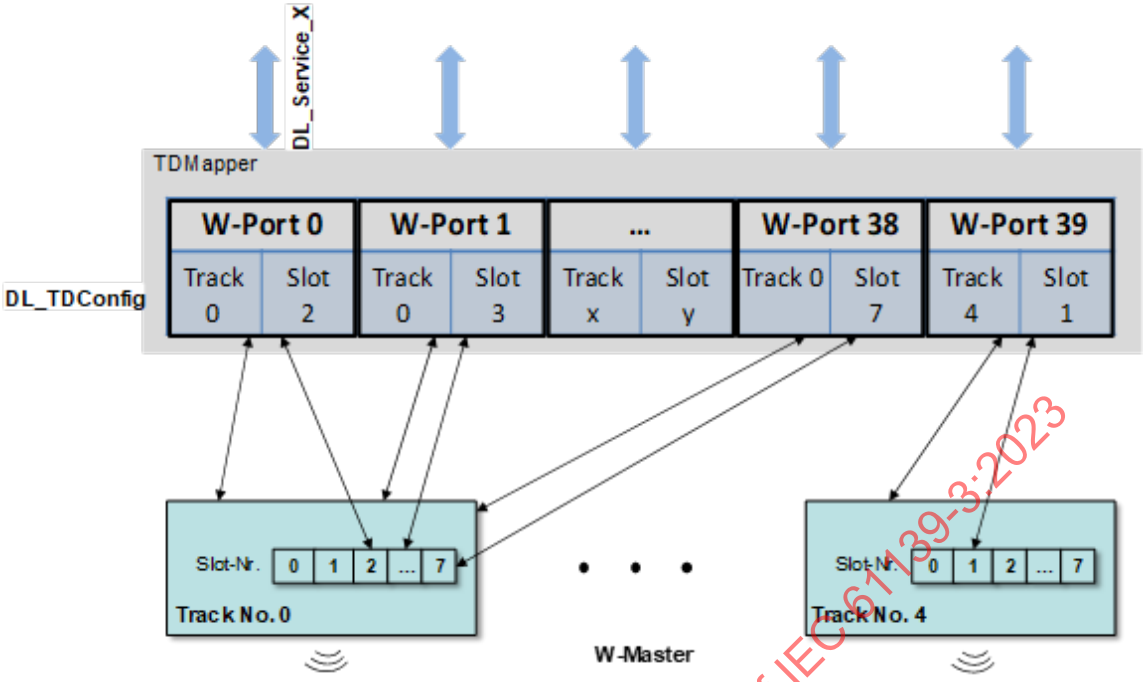
6.2.1 Généralités

La Figure 98 donne une vue d'ensemble de la structure et des services de la couche de liaison de données du Maître sans fil.

6.2.2 Mappeur de Voie sans fil et d'Appareil sans fil (TDMapper)

Le mappeur de Voie sans fil et d'Appareil sans fil (voir Figure 47) permet d'attribuer un Port sans fil à un numéro de Voie sans fil spécifique (Track_N) et à un numéro de créneau (Slot_N). Chaque Slot_N représente un Appareil sans fil, sur lequel l'Appareil sans fil communique par l'intermédiaire de ce créneau temporel avec le Maître sans fil. Le Slot_N est transmis pendant l'appairage à l'Appareil sans fil sélectionné. La configuration du TDMapper est effectuée par le service SM_SetPortConfig (par l'intermédiaire de DL_TDConfig). Cette table de mapping permet d'attribuer des Appareils sans fil de manière flexible sans modifier le Port sans fil (par exemple, la distribution d'Appareils sans fil au sein des Voies sans fil).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



Anglais	Français
DL_Service_X	DL_Service_X
TDMapper	TDMapper
W-Port 0	Port sans fil 0
W-Port 1	Port sans fil 1
W-Port 38	Port sans fil 38
W-Port 39	Port sans fil 39
DL_TDConfig	DL_TDConfig
Track 0	Voie 0
Track x	Voie x
Track 4	Voie 4
Slot 2	Créneau temporel 2
Slot 3	Créneau temporel 3
Slot y	Créneau temporel y
Slot 7	Créneau temporel 7
Slot 1	Créneau temporel 1
Slot-NR.	No de créneau temporel
Track No. 0	Voie no 0
Track No. 4	Voie no 4
W-Master	Maître sans fil

Figure 47 – Mappeur de Voie sans fil et d'Appareil sans fil (TDMapper)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

6.3 Généralités (Appareil sans fil)

La Figure 94 donne une vue d'ensemble de la structure et des services de la couche de liaison de données de l'Appareil sans fil.

6.4 Services DL-A

6.4.1 Vue d'ensemble

Le Tableau 37 énumère les affectations du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil quant à leurs rôles d'initiateur (I) ou de destinataire (R) dans le contexte de l'exécution de leurs services DL-A individuels.

Tableau 37 – Services DL-A au sein du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil

Désignation du service	Maître sans fil	Appareil sans fil
MCmd	R	I
ISDUMsg	R	I
DownLinkAck	I	
UplinkAck		I
EventMsg	I	R
PDOutMsg	R	I
PDInMsg	I	R
Légende (voir 3.3.5) I Initiateur du service R Destinataire (répondeur) du service		

6.4.2 MCmd (Maître sans fil et Appareil sans fil)

Le service MCmd fournit la MasterCommand pour modifier, par exemple, les états STARTUP, PREOPERATE et OPERATE de l'Appareil sans fil. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 38.

Tableau 38 – MCmd

Nom du paramètre	.req	.ind
Argument	O	O
SendWMessage	O	
Slot_N	O	
Broadcast	O	
MasterCommand	C	O
Length	C	
DLType	C	

Pour d'autres abréviations et définitions des paramètres de service, voir IEC 61131-9:2022, 3.3.2.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

SendWMessage:

Ce paramètre indique si un Message sans fil (et des données éventuelles) doit être ajouté au paquet en liaison descendante.

Valeurs admises:

YES (Le module de traitement des messages doit compiler l'octet de contrôle et ajouter des données possibles à transmettre)

NO (Il n'est pas nécessaire d'envoyer un Message sans fil)

Slot_N

Ce paramètre contient le numéro de créneau temporel pour l'Appareil sans fil correspondant.

Valeurs admises: 0 à 7.

Broadcast

Ce paramètre signale si une MasterCommand doit être reçue par tous les Appareils sans fil connectés dans la Voie sans fil; l'utilisation est limitée conformément au Tableau C.2. Valeurs admises:

YES

NO

MasterCommand

Ce paramètre contient la MasterCommand (voir Article C.2 et Tableau C.2).

Length

Ce paramètre contient la longueur des données à transmettre. Si aucune MasterCommand ne doit être envoyée, définir Length sur 0. Valeurs admises: 0 ou 1.

DLType

Ce paramètre informe le module de traitement des messages si la MasterCommand est transmise dans la préliaison descendante (pour les Appareils sans fil basse consommation) ou la liaison descendante complète.

Valeurs admises:

PreDLink (MasterCommand doit être transmise dans la préliaison descendante);

FullDLink (MasterCommand doit être transmise dans la liaison descendante complète).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

6.4.3 ISDUMsg (Maître sans fil et Appareil sans fil)

Le service ISDUMsg est utilisé pour configurer les données de demande ISDU du prochain message à envoyer. La confirmation du service contient les données en provenance du destinataire. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 39.

Tableau 39 – ISDUMsg

Nom du paramètre	.req	.ind	.rsp	.cnf
Argument	O	O		
SendWMessage	O			
Slot_N	O			
Data	C	C		
Length	C	O		
FlowCtrl	C	O		
Result (+)			S	S
SendWMessage			O	
Slot_N				O
Data			C	C(=)
Length			C	O
FlowCtrl			C	O
Result (-)			S	S
Slot_N				O
ErrorInfo			O	O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

SendWMessage:

Ce paramètre signale si un Message sans fil (contenant éventuellement des données) doit être ajouté à la liaison descendante.

Valeurs admises:

YES (Le module de traitement des messages doit compiler l'octet de contrôle et ajouter des données possibles à transmettre);

NO (Il n'est pas nécessaire d'envoyer un Message sans fil).

Slot_N

Ce paramètre contient le numéro de créneau temporel pour l'Appareil sans fil correspondant.

Valeurs admises: 0 à 7

Data

Ce paramètre contient les données à transmettre. Type de données: chaîne d'octets

Length

Ce paramètre contient la longueur des données à transmettre. Valeurs admises: 0 à 32

FlowCtrl

Ce paramètre contient la valeur du contrôle de flux (voir Tableau 79).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

SendWMessage

Ce paramètre signale si un Message sans fil (et des données éventuelles) doit être ajouté à la transmission en liaison montante.

Valeurs admises:

YES (Le module de traitement des messages doit compiler l'octet de contrôle et ajouter des données possibles à transmettre)

NO (Il n'est pas nécessaire d'envoyer un Message sans fil)

Slot_N

Ce paramètre contient le numéro de créneau temporel pour l'Appareil sans fil correspondant

Valeurs admises: 0 à 7

Data

Ce paramètre contient la valeur des données à lire.

Length

Ce paramètre contient la longueur du paquet de données reçu. Valeurs admises: 0 à 32

FlowCtrl

Ce paramètre contient la valeur du contrôle de flux (voir Tableau 79).

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

Slot_N

Ce paramètre contient le numéro de créneau temporel pour l'Appareil sans fil correspondant.

Valeurs admises: 0 à 7

ErrorInfo

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

NO_COMM (pas de communication disponible)

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

6.4.4 DownLinkAck (Maître sans fil)

Le service DownLinkAck est disponible uniquement au niveau du Maître sans fil. Il déclenche le module de traitement approprié (module de traitement des PD, module de traitement des commandes, module de traitement des EV ou module de traitement des ISDU) pour fournir ses données pour la liaison descendante suivante. De plus, ce service délivre l'acquittement de la dernière liaison montante. Avec cet acquittement, chaque module de traitement doit décider si de nouvelles données peuvent être envoyées dans la liaison descendante ou si les dernières données sont à retransmettre. Les paramètres du service sont énumérés dans le Tableau 40.

Tableau 40 – DownLinkAck

Nom du paramètre	.ind
Argument	O
Slot_N	O
ComChannel	O
Length	O
PreDLSet	C
Acknowledge:	O
SubCycleCounterOut	C
SubCycleCounterIn	C

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Slot_N:

Ce paramètre contient le numéro de créneau temporel pour l'Appareil sans fil correspondant.

Valeurs admises: 0 à 7

ComChannel:

Ce paramètre indique le module de traitement sélectionné.

Valeurs admises: PDOUTHANDLER, CMDHANDLER, EVHANDLER, ISDUHANDLER.

Length:

Ce paramètre contient l'espace restant pour la liaison descendante suivante.

Plage: 0 à 37 octets

PreDLSet:

Ce paramètre est utilisé uniquement pour que le CMDHANDLER puisse prendre en charge des Appareils sans fil basse consommation qui indiquent si la préliaison descendante est déjà utilisée.

Valeurs admises:

NO (La préliaison descendante est vide et peut être utilisée)

YES (La préliaison descendante est déjà utilisée)

Acknowledge:

Ce paramètre indique si la dernière transmission en liaison montante a été confirmée ou non.

Le module de traitement des PD, le module de traitement des commandes, le module de traitement d'Événements et le module de traitement des ISDU doivent décider si une retransmission est nécessaire ou non.

SubCycleCounterOut:

Ce paramètre est utilisé uniquement pour que PDHANDLER puisse indiquer le Sous-cycle sans fil actuel du WMasterCycleTimeOut.

SubCycleCounterIn:

Ce paramètre est utilisé uniquement pour que PDHANDLER puisse indiquer le Sous-cycle sans fil actuel du WMasterCycleTimeIn.

6.4.5 UpLinkAck (Appareil sans fil)

Le service UpLinkAck est disponible uniquement au niveau de l'Appareil sans fil. Il déclenche le module de traitement approprié (module de traitement des PD, module de traitement des EV ou module de traitement des ISDU) pour fournir des données pour le message de liaison montante suivant. Avec l'Acquittement de la dernière liaison descendante, chaque module de traitement doit décider si de nouvelles données sont à envoyer ou si les dernières données sont à retransmettre. Les paramètres du service sont énumérés dans le Tableau 41.

Tableau 41 – UpLinkAck

Nom du paramètre	.ind
Argument	O
ComChannel	O
Length	O
Acknowledge:	O
SubCycleCounterOut	C
SubCycleCounterIn	C

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

ComChannel:

Ce paramètre indique le module de traitement sélectionné.

Valeurs admises: PDHANDLER, EVHANDLER, ISDUHANDLER.

Length:

Ce paramètre contient l'espace restant pour le paquet en liaison montante suivant.

Plage: 0 à 15 octets

Acknowledge:

Ce paramètre indique si la dernière transmission en liaison montante a été confirmée ou non.

Le module de traitement des PD, le module de traitement d'Événements et le module de traitement des ISDU doivent décider si une retransmission est nécessaire ou non.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

SubCycleCounterOut:

Ce paramètre est utilisé uniquement pour que PDHANDLER puisse indiquer le Sous-cycle sans fil actuel du WMasterCycleTimeOut.

SubCycleCounterIn:

Ce paramètre est utilisé uniquement pour que PDHANDLER puisse indiquer le Sous-cycle sans fil actuel du WMasterCycleTimeIn.

6.4.6 EventMsg (Maître sans fil et Appareil sans fil)

Le service EventMsg est utilisé pour fournir des événements par l'intermédiaire du canal de communication de diagnostic.

Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 42.

Tableau 42 – EventMsg

Nom du paramètre	.req	.ind	.rsp	.cnf
Argument	O	O	O	O
SendWMessage	O		O	
Slot_N		O	O	
Data	C	C		O
Length	C	O	C	O
FlowCtrl	C	O	C	O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

SendWMessage:

Ce paramètre signale si un Message sans fil (contenant éventuellement des données) doit être ajouté aux paquets en liaison descendante ou en liaison montante.

Valeurs admises:

YES (Le module de traitement des messages doit compiler l'octet de contrôle et ajouter des données possibles à transmettre)

NO (Il n'est pas nécessaire d'envoyer un Message sans fil)

Slot_N:

Ce paramètre contient le numéro de créneau temporel pour l'Appareil sans fil correspondant.

Valeurs admises: 0 à 7

Data:

Ce paramètre contient tout ou partie des données d'Événements qui contiennent EventQualifier et EventData.

Type de données: chaîne d'octets (3 octets)

NOTE Pour EventQualifier, voir IEC 61131-9:2022, A.6.4.

Pour EventData, voir Tableau D.1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Length:

Ce paramètre contient la longueur des données à transmettre. Si aucun événement ne doit être envoyé, définir Length sur 0. Valeurs admises: 0 (Acquittement du Maître sans fil) ou 3 (Événement de l'Appareil sans fil).

FlowCtrl:

Ce paramètre contient la valeur du contrôle de flux (voir Tableau 79). Dans le cas d'EOS (fin de service), aucune donnée n'est délivrée.

6.4.7 PDOutMsg (Maître sans fil et Appareil sans fil)

Le service PDOutMsg est utilisé pour fournir les données de processus par l'intermédiaire du canal de communication de processus du Maître sans fil à un Appareil sans fil. Ce service fournit l'octet de contrôle (CO) avec des données PDOut à destination ou en provenance du module de traitement des messages. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 43.

Tableau 43 – PDOutMsg

Nom du paramètre	.req	.ind	.cnf
Argument	O	O	
SendWMessage	O		
Slot_N	O		
Data	C	C	
Length	C	O	
FlowCtrl	C	O	
PDOutInvalid	C	O	
Result (+)			S
Slot_N			O
Result (-)			S
Slot_N			O
ErrorInfo			O

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

SendWMessage:

Ce paramètre signale si un Message sans fil (et des données éventuelles) doit être ajouté à la liaison descendante.

Valeurs admises:

YES (Le module de traitement des messages doit compiler l'octet de contrôle et ajouter des données possibles à transmettre)

NO (Il n'est pas nécessaire d'envoyer un Message sans fil)

Slot_N:

Ce paramètre contient le numéro de créneau temporel (adresse de l'Appareil sans fil) pour l'Appareil sans fil correspondant.

Valeurs admises: 0 à 7.

Data:

Ce paramètre contient tout ou partie des données de processus à transférer de l'Appareil sans fil vers le Maître sans fil.

Type de données: chaîne d'octets

Length:

Ce paramètre contient la longueur des données de processus de sortie reçues. Valeurs admises: 0 à 32

FlowCtrl:

Ce paramètre contient la valeur du contrôle de flux (voir Tableau 79).

PDOutInvalid:

Ce paramètre est utilisé pour informer le module de traitement des messages de générer "Process Data Out Invalid" (données de processus de sortie non valide) par l'intermédiaire du code de fonction dans l'octet de contrôle de liaison descendante

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Slot_N:

Ce paramètre contient le numéro de créneau temporel pour l'Appareil sans fil correspondant.

Valeurs admises: 0 à 7

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

Slot_N:

Ce paramètre contient le numéro de créneau temporel pour l'Appareil sans fil correspondant.

Valeurs admises: 0 à 7

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

NO_COMM (pas de communication disponible);

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

6.4.8 PDInMsg (Maître sans fil et Appareil sans fil)

Le service PDInMsg est utilisé pour fournir les données de processus à envoyer par l'intermédiaire du canal de communication de processus d'un Appareil sans fil à son Maître sans fil.

Ce service fournit l'octet de contrôle (CO) avec des données PDIn à destination ou en provenance du module de traitement des messages. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 44.

Tableau 44 – PDInMsg

Nom du paramètre	.req	.ind	.cnf
Argument	O	O	
SendWMessage	O		
Slot_N		O	
Data	C	C	
Length	C	O	
FlowCtrl	C	O	
PDInInvalid	C	O	
Result (+)			S
Result (-)			S
ErrorInfo			O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

SendWMessage:

Ce paramètre signale si un Message sans fil (et des données éventuelles) doit être ajouté au paquet en liaison montante.

Valeurs admises:

YES (Le module de traitement des messages doit compiler l'octet de contrôle et ajouter des données possibles à transmettre);

NO (Il n'est pas nécessaire d'envoyer un Message sans fil).

Slot_N:

Ce paramètre contient le numéro de créneau temporel (adresse de l'Appareil sans fil) pour l'Appareil sans fil correspondant.

Valeurs admises: 0 à 7.

Data:

Ce paramètre contient tout ou partie des données de processus à transférer de l'Appareil sans fil vers le Maître sans fil.

Type de données: chaîne d'octets.

Length:

Ce paramètre contient la longueur des données de processus d'entrée transmises. Valeurs admises: 0 à 32

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

FlowCtrl:

Ce paramètre contient le contrôle de flux (voir Tableau 79).

PDInInvalid:

Ce paramètre est utilisé pour informer le module de traitement des messages de générer "Process Data In Invalid" (données de processus d'entrée non valide) par l'intermédiaire du code de fonction dans l'octet de contrôle de liaison montante

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

NO_COMM (pas de communication disponible);

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant).

6.5 Acquittements (DownLinkAck et UpLinkAck)

Les Appareils sans fil acquittent la bonne réception du message de liaison descendante au sein de leurs messages de liaison montante. Dans la liaison descendante suivante, le Maître sans fil acquitte la bonne réception des derniers messages de liaison montante auprès de chaque Appareil sans fil. En cas d'acquittements négatifs, le Maître sans fil et les Appareils sans fil utilisent ces informations pour lancer de nouvelles tentatives de transmission.

6.6 Module de traitement des messages

6.6.1 Généralités

La couche DL-A comprend le module de traitement des messages comme représenté à la Figure 48.

6.6.2 Diagramme d'états du module de traitement des messages du Maître sans fil (DL-A)

La Figure 48 représente le diagramme d'états du module de traitement des messages du Maître sans fil. Les diagrammes d'états décrivent l'ordre dans lequel les différents Messages sans fil sont placés dans les données utiles de liaison descendante. La première étape consiste à mettre en place les commandes MasterCommand et les données de processus pour tous les créneaux temporels (0 à 7). L'étape suivante consiste à mettre en place les Événements pour tous les créneaux temporels (0 à 7), et l'étape finale consiste à mettre en place l'ISDU pour tous les créneaux temporels (0 à 7).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

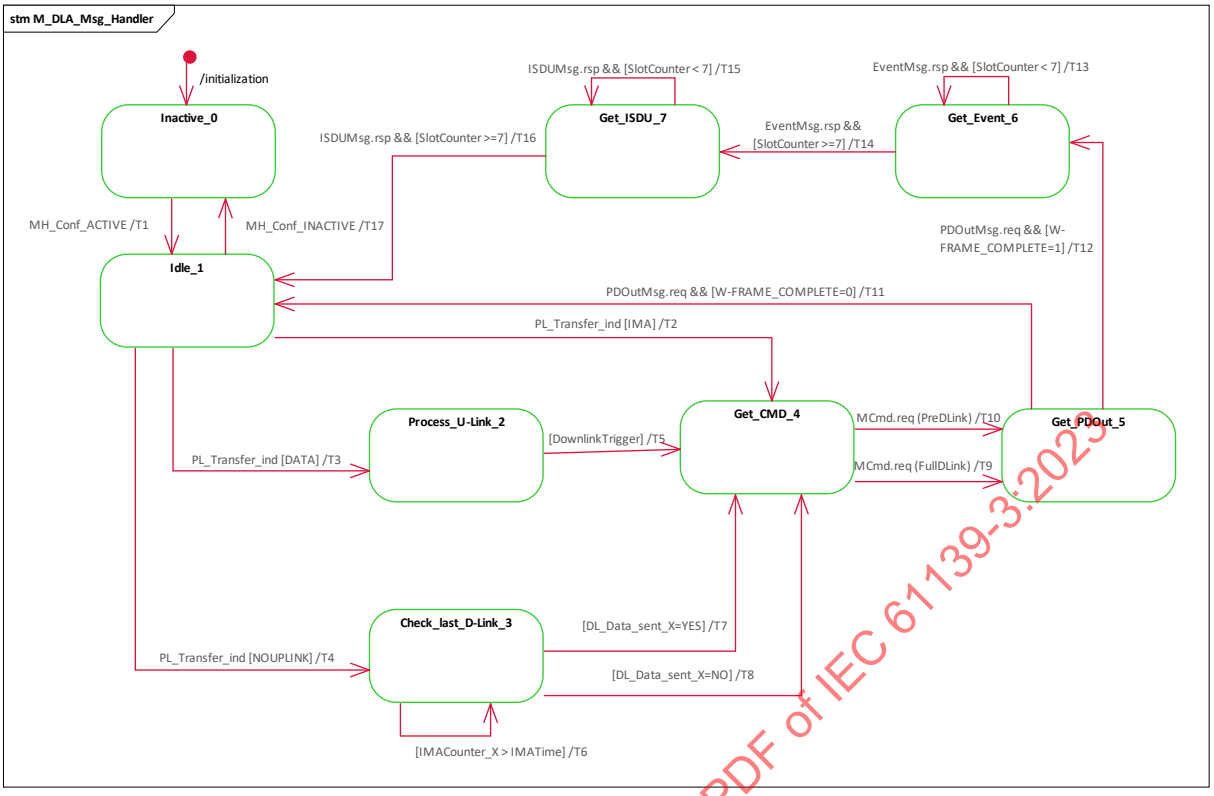


Figure 48 – Diagramme d'états du module de traitement des messages du Maître sans fil

Le Tableau 45 présente les tables de transitions d'états du module de traitement des messages du Maître sans fil.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 45 – Tables de transitions d'états du module de traitement des messages du Maître sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Inactive_0	Attente d'activation par le module de traitement de mode DL du Maître sans fil par l'intermédiaire de MH_Conf_ACTIVE (voir Figure 51). Définit RemainingLength sur DLink-Payload (37 octets).
Idle_1	Attente de l'indication de déclenchement du service PL_Transfer.ind. Le service PL_Transfer délivre le numéro de créneau temporel (de 0 à 7) et d'autres paramètres durant un Sous-cycle sans fil, qui représente un Appareil sans fil à ce créneau temporel.
Process_ULink_2	Vérifie que le message contient un octet de contrôle de liaison montante valide. Pour le codage de messages de l'octet de contrôle de liaison montante, voir Figure A.4 "Octet de contrôle de liaison montante"
Check_last_DLink_3	Vérifie si les données ont été envoyées pour cet Appareil sans fil/Slot_N dans la dernière liaison descendante
Get_CMD_4	Le module de traitement des messages commence à compiler le message pour la liaison descendante suivante en utilisant le service DownLinkAck pour acquérir une MasterCommand auprès du module de traitement des commandes. Le module de traitement des messages attend le service MCmd.req, puis passe à l'état GetPDOut_5.
GetPDOut_5	Le module de traitement des messages utilise le service DownLinkAck pour acquérir des données PDOut auprès du module de traitement des données de processus de sortie. Le module de traitement des messages attend que le service PDOutMsg.req complète une MCmd déjà acquise.
GetEvent_6	Le module de traitement des messages utilise le service DownLinkAck pour obtenir une réponse d'Événement possible auprès du module de traitement d'Événements. Le module de traitement des messages attend le service EventMsg.rsp pour compléter les PDOut ou la MCmd déjà acquises.
GetISDU_7	Le module de traitement des messages utilise le service DownLinkAck pour acquérir une ISDU auprès du module de traitement des ISDU. Le module de traitement des messages attend le service ISDUMsg.req pour compléter les données PD/de MCmd/d'Événements déjà acquises.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	Le module de traitement de mode DL active le module de traitement des messages par l'intermédiaire de MH_Conf_ACTIVE.
T2	1	4	PL_Transfer.ind a rapporté une liaison montante IMA. Si PL_Transfer.ind délivre WFrameComplete, définit W-FRAME_COMPLETE sur 1, sinon sur 0. Définit IMACounter_X = 0. Invoque le service DownLinkAck (Slot_N, CMDHANDLER, RemainingLength, PreDLSet, Acknowledge) pour acquérir une MasterCommand auprès du module de traitement des commandes. Enregistre Acknowledge dans ACK_Buf_X pour ce numéro de créneau temporel.
T3	1	2	PL_Transfer.ind a rapporté une liaison montante reçue (voir Figure B.6 et Figure B.7) avec des données pour SlotNumber_X. Si PL_Transfer.ind délivre WFrameComplete, définit W-FRAME_COMPLETE = 1, sinon sur 0. Définit IMACounter_X = 0. Définit RetryCounter_X = 0. Enregistre Acknowledge dans ACK_Buf_X pour ce numéro de créneau temporel.
T4	1	3	Aucune liaison montante n'a été reçue pour SlotNumber_X. Incrémente IMACounter_X. Si PL_Transfer.ind délivre WFrameComplete, définit W-FRAME_COMPLETE = 1, sinon sur 0. Efface Acknowledge dans ACK_Buf_X pour ce numéro de créneau temporel.
T5	2	4	Traite les données reçues de la liaison montante avec SlotNumber_X vers le module de traitement approprié. Invoque des indications de service PDInMsg.ind, EventMsg.ind et ISDUMsg.cnf. Invoque le service DownLinkAck (Slot_N, CMDHANDLER, RemainingLength, PreDLSet, Acknowledge) pour acquérir une MasterCommand auprès du module de traitement des commandes pour SlotNumber_X délivré par l'intermédiaire de PL_Transfer.ind.
T6	3	3	Un événement local d'expiration de temporisation IMA doit être rapporté par invocation du service EventMsg.ind(IOLW_IMATimeout, LOCAL) à l'application du Maître sans fil.
T7	3	4	Pour le SlotNumber_X actuel, des données ont été envoyées dans la dernière liaison descendante (enregistrées par l'intermédiaire de DL_Data_sent_X) mais n'ont pas été confirmées par l'intermédiaire de l'ACK-Bit dans la liaison montante (puisqu'aucune liaison montante n'a été reçue). Incrémente RetryCounter_X. Définit DL_Data_sent_X = 0. Si RetryCounter_X > MaxRetry, un événement MaxRetry local doit être rapporté par invocation du service EventMsg.ind(M_IOLW_Retry_ErrorIOLWM) à l'application du Maître sans fil. Invoque le service DownLinkAck (Slot_N, CMDHANDLER, RemainingLength, PreDLSet, Acknowledge) pour acquérir une MCMD auprès du module de traitement des commandes pour SlotNumber_X délivré par l'intermédiaire de PL_Transfer.ind.
T8	3	4	Invoque le service DownLinkAck (SLOT_N, CMDHANDLER, RemainingLength, PreDLSet, Acknowledge) pour acquérir une MCMD auprès du module de traitement des commandes pour SlotNumber_X délivré par l'intermédiaire de PL_Transfer.ind.
T9	4	5	Si MCmd.req(SendWMessage=YES): compile l'octet de contrôle de la liaison descendante, le place dans le paquet en liaison descendante complète et définit DL_Data_sent_X = 1. Diminue RemainingLength avec la longueur délivrée à partir de (MCmd.req + 1 octet pour le CO de liaison descendante). Si MasterCommand = DeviceOperate: définit ResetCounters_X = YES. Si MCmd.req(SendWMessage=NO): aucune compilation de CO de liaison descendante n'est nécessaire. Acquiert PDOut pour SlotNumber_X par invocation du service DownLinkAck(Slotnumber, PDHANDLER, RemainingLength, Acknowledge, SubCycleCounterOut_X, SubCycleCounterIn_X).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T10	4	5	Si MCmd.req(SendWMessage=YES): définit DL_Data_sent_X = 1 et définit PreDLSet = YES. Si MasterCommand = DeviceOperate: définit ResetCounters_X = YES. Acquiert PDOut pour SlotNumber_X par invocation du service DownLinkAck(Slotnumber, PDHANDLER, RemainingLength, Acknowledge, SubCycleCounterOut_X, SubCycleCounterIn_X).
T11	5	1	La Trame sans fil n'est pas complète. Attend la prochaine liaison montante / le prochain numéro de créneau temporel par l'intermédiaire de PL_Transfer.ind à l'état Idle_1. Si PDOutMsg.req(SendWMessage=YES): place le Message sans fil dans les données utiles de liaison descendante et diminue RemainingLength avec la longueur délivrée à partir de PDOutMsg.req – 2 (pour l'octet de contrôle). Définit DL_Data_sent_X = 1.
T12	5	6	La Trame sans fil est terminée, toutes les liaisons montantes ont été reçues. Si PDOutMsg.req(SendWMessage=YES): Place le Message sans fil dans les données utiles de liaison descendante et diminue RemainingLength avec la longueur délivrée à partir de PDOutMsg.req + 2 (pour l'octet de contrôle). Définit DL_Data_sent_X = 1. Définit SlotCounter sur 0. Vérifie tous les créneaux temporels: Si ResetCounter_X = YES: définit ResetCounter_X = No, définit SubCycleCounterOut_X = 0 et définit SubCycleCounterIn_X = 0. Incrémente SubCycleCounterOut_X et SubCycleCounterIn_X de 1. Si SubCycleCounterOut_X = WMasterCycleTimeOut_X: définit SubCycleCounterOut_X = 0. Si SubCycleCounterIn_X = WMasterCycleTimeIn_X: définit SubCycleCounterIn_X = 0. Pour la conversion de WMasterCycleTime en Sous-cycle sans fil, voir C.4.12.
T13	6	6	Si EventMsg.rsp(SendWMessage=YES): définit DL_Data_sent_X = 1. Place le Message sans fil dans les données utiles de liaison descendante et diminue RemainingLength avec la longueur délivrée à partir de EventMsg.rsp – 2 (pour l'octet de contrôle). Incrémente SlotCounter et invoque le service DownLinkAck(SlotCounter, EVHANDLER, RemainingLength, ACK_Buf_X) pour acquérir des données pour le créneau temporel suivant.
T14	6	7	Si EventMsg.rsp(SendWMessage=YES): définit DL_Data_sent_X = 1. Place le Message sans fil dans les données utiles de liaison descendante et diminue RemainingLength avec la longueur délivrée à partir de EventMsg.rsp + 2 (pour l'octet de contrôle). Définit SlotCounter sur 0. Acquiert une ISDU par invocation du service DownLinkAck(SlotCounter, ISDUHANDLER, RemainingLength, ACK_Buf_X).
T15	7	7	Si ISDUMsg.req(SendWMessage=YES): définit DL_Data_sent_X = 1. Place le Message sans fil dans les données utiles de liaison descendante et diminue RemainingLength par 2 (pour l'octet de contrôle). Incrémente SlotCounter et invoque le service DownLinkAck(SlotCounter, ISDUHANDLER, RemainingLength, ACK_Buf_X) pour acquérir des données pour le créneau temporel suivant.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T16	7	1	Si ISDUMsg.rsp(SendWMessage=YES): définit DL_Data_sent_X = 1. Place le Message sans fil dans les données utiles de liaison descendante et diminue RemainingLength avec la longueur délivrée à partir de ISDUMsg.rsp + 2 (pour l'octet de contrôle). Définit SlotCounter sur 0. Toutes les données acycliques pour tous les créneaux temporels/Appareils sans fil ont été acquises. La liaison descendante est prête à être envoyée. Invoque PL_Transfer.req pour envoyer la liaison descendante au sein de la Sous-catégorie sans fil suivante. Définit RemainingLength sur DLink-Payload (37 octets) pour la composition de la liaison descendante suivante. Définit PreDLSet = NO pour indiquer une préliaison descendante libre pour le prochain Sous-cycle sans fil.
T17	1	0	Le module de traitement des messages de l'Appareil sans fil passe à l'état Inactive_0.

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
RemainingLength	Variable	Longueur restante dans les données utiles de liaison descendante.
W-FRAME_COMPLETE	Variable	Indique le Sous-cycle sans fil comme terminé, si toutes les liaisons montantes ont été traitées.
SlotCounter	Variable	Compteur permettant de compiler les données acycliques pour tous les créneaux temporels/Appareils sans fil.
RetryCounter_X	Variable	Compteur pour les liaisons descendantes non acquittées.
IMACounter_X	Variable	Compteur permettant d'observer les trames IMA en liaison montante qui doivent être envoyées par W-Device_X.
DL_Data_sent_X	Variable	Variable permettant d'enregistrer l'information selon laquelle les données ont été envoyées dans la dernière liaison descendante pour le créneau temporel/Appareil sans fil correspondant.
ACK_Buf_X	Variable	Enregistre l'Acquittement pour le numéro de créneau temporel X.
PreDLSet	Bool	Indique si la préliaison descendante est utilisée ou non.
ResetCounter_X	Variable	Indique si une MasterCommand DeviceOperate a été envoyée et si les compteurs de cycles doivent être réinitialisés.
SubCycleCounterOut_X	Variable	Compteur pour les Sous-cycles sans fil de WMasterCycleTimeOut.
SubCycleCounterIn_X	Variable	Compteur pour les Sous-cycles sans fil de WMasterCycleTimeIn.

NOTE _X indique les variables qui sont individuelles pour chaque numéro de créneau temporel. La plage de _X est le numéro de créneau temporel 0 à 7.

Si un Message sans fil doit être envoyé (SendWMessage = YES), le module de traitement des messages doit compiler l'octet de contrôle du module de traitement DL-B correspondant, comme défini dans le Tableau 46.

6.6.3 Compilation de l'octet de contrôle de liaison descendante

Le module de traitement des messages du Maître (voir Figure 48) doit compiler l'octet de contrôle d'une liaison descendante délivré avec les données par l'intermédiaire du module de traitement DL-B correspondant tel que défini dans le Tableau 46.

Voir Figure A.4 pour la définition de l'octet de contrôle de liaison descendante.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 46 – Compilation de l'octet de contrôle de liaison descendante

Octet de contrôle compilé → module de traitement: ↓	**Numéro de créneau temporel (délivré par le module de traitement)**	**Code de canal (ChC) (créé par le module de traitement des messages)**	**Contrôle de flux (FC) (délivré par le module de traitement)**	**Longueur de données (DLen) (délivrée par le module de traitement)**	**Des données suivent**
MCmd.req	Slot_N	5 (MasterCommand)	MasterCommand (délivrée par le module de traitement)		Non
PDOutMsg.req	Slot_N	1 (Process Data Out)	FlowCtrl	0 à 31 Voir Note 1	Oui
			FlowCtrl (ABORT)	0	Non
		2 (Process Data Out Invalid)	—	—	Non
EventMsg.rsp (Event-Ack)	Slot_N	4 (EVENT)	FlowCtrl	0	Non
ISDUMsg.req	Slot_N	3 (ISDU)	FlowCtrl	0 à 31 Voir Note 1	Oui
			FlowCtrl = EOS ou ABORT	0	Non
Liaison descendante vide Voir Note 2	—	0 (INVALID)	—	—	Non

NOTE 1 La longueur de données est codée de 0 à 31, ce qui signifie que les données transmises sont de 1 à 32 octets.

NOTE 2 Une liaison descendante vide (toutes les données utiles étant nulles) est automatiquement créée par la PL, si le Maître sans fil n'a pas de données à envoyer à un quelconque Appareil sans fil.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

6.6.4 Diagramme d'états du module de traitement des messages de l'Appareil sans fil (DL-A)

La Figure 49 représente le diagramme d'états du module de traitement des messages de l'Appareil sans fil. Le module de traitement des messages est déclenché par l'intermédiaire de la PL pour chaque Sous-cycle sans fil pour distribuer des Messages sans fil reçus et/ou comme déclencheur pour envoyer des Messages sans fil au sein d'une liaison montante. Le sous-diagramme d'états CreateMessage_8 (Figure 50) gère la compilation des Messages sans fil en liaison montante dans un ordre prédéfini.

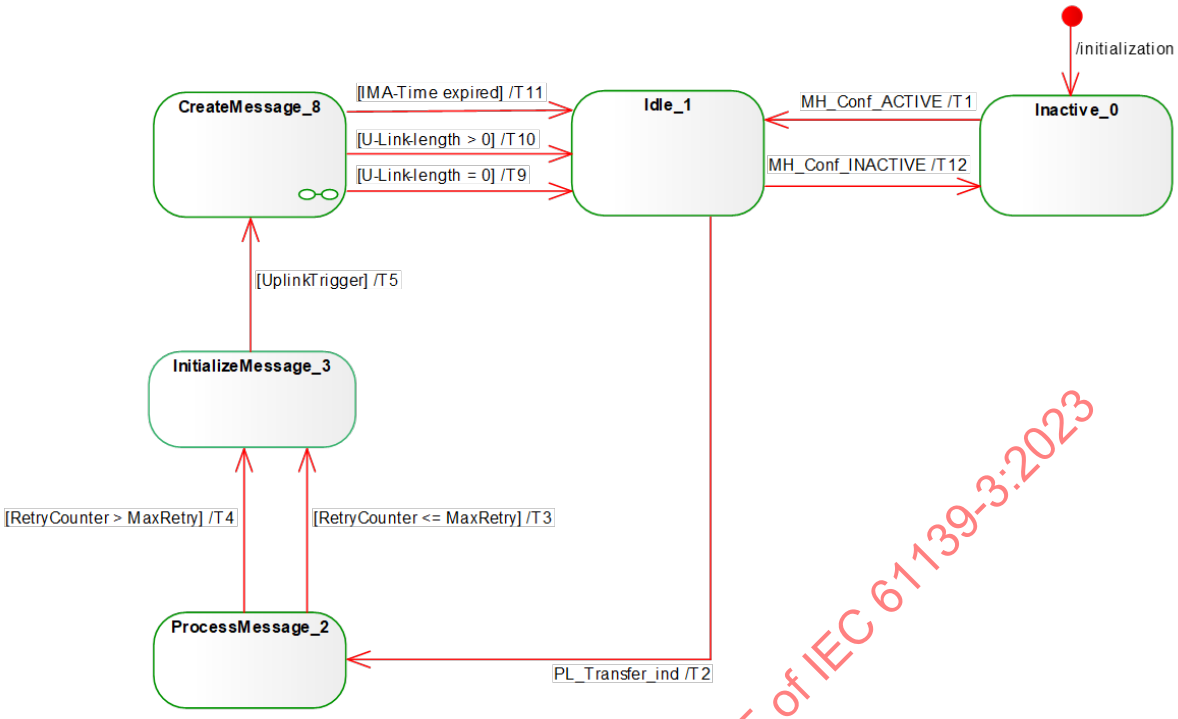


Figure 49 – Diagramme d'états du module de traitement des messages de l'Appareil sans fil

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

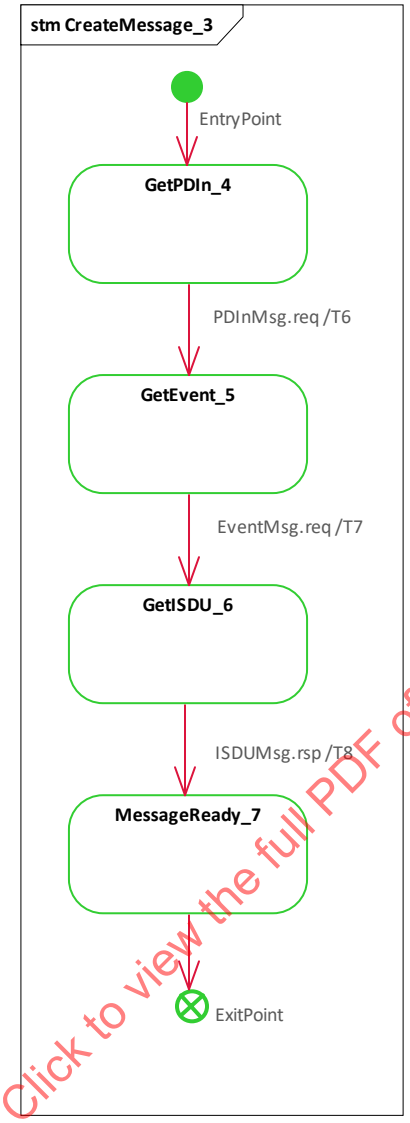


Figure 50 – Sous-diagramme d'états du module de traitement des messages de l'Appareil sans fil "CreateMessage_8" (DL-A)

Le Tableau 47 présente les tables de transitions d'états du module de traitement des messages de l'Appareil sans fil.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 47 – Tables de transitions d'états du module de traitement des messages de l'Appareil sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Inactive_0	Attente de l'activation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil par l'intermédiaire de MH_Conf_ACTIVE (voir Tableau 47, Transition T1).
Idle_1	Attente de déclenchement (de chaque Sous-cycle sans fil) par l'indication de service PL_Transfer.ind (T2).
ProcessMessage_2	Vérifie que le message contient un octet de contrôle de liaison descendante valide. Pour le codage de messages de l'octet de contrôle de liaison descendante, voir Figure A.4.
InitializeMessage_3	Définit RemainingLength des données utiles de la liaison montante sur 2 (SSlot/Appareil sans fil) ou 15 (DSlot/Appareil sans fil).
SM: GetPDIn_4	Le module de traitement des messages commence à compiler le message pour la prochaine liaison montante en utilisant le service UpLinkAck pour acquérir PDIn auprès du module de traitement des données de processus. Le module de traitement des messages attend le service PDInMsg.req, puis passe à l'état GetEvent_5.
SM: GetEvent_5	Le module de traitement des messages utilise le service UpLinkAck pour acquérir un Événement auprès du module de traitement d'Événements. Le module de traitement des messages attend le service EventMsg.req pour compléter les PDIn déjà acquises.
SM: GetISDU_6	Le module de traitement des messages utilise le service UpLinkAck pour acquérir ISDUMsg.rsp auprès du module de traitement des ISDU. Le module de traitement des messages attend le service ISDUMsg pour compléter les PD / Événements déjà acquis.
SM: Message_Ready_7	Données de liaison montante prêtes.
CreateMessage_8	Compile les messages pour la liaison montante suivante auprès des services PDInMsg.req, EventMsg.req et ISDUMsg.rsp (voir sous-diagramme). Pour le codage de messages de l'octet de contrôle de liaison montante, voir Figure A.4.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	Le module de traitement de mode DL active le module de traitement des messages par l'intermédiaire de MH_Conf_ACTIVE.
T2	1	2	Le service PL_Transfer_ind indique une liaison descendante reçue (ou perdue). Si PL_Transfer_ind délivre un Acquittement positif, définit IMACounter = 0 et RetryCounter = 0. Si PL_Transfer_ind délivre un Acquittement négatif, incrémente RetryCounter.
T3	2	3	-
T4	2	3	Un défaut en temps réel doit être rapporté par invocation du service DL_MaxRetry, qui conduit à D_IOLW_Retry_Error généré par l'application (voir 10.9.3). NOTE Le paramètre MaxRetry est délivré par le service DL_SetParam.
T5	3	4	Invoque les indications de services MCmd.ind, ISDUMsg.ind, EventMsg.cnf et PDOutMsg.ind pour distribuer les Messages sans fil reçus. Acquiert PDIn par invocation du service UpLinkAck(PDHANDLER, RemainingLength, Acknowledge).
T6	4	5	Si PDInMsg.req(SendWMessage=YES): place le Message sans fil dans les données utiles de liaison montante et diminue RemainingLength avec la longueur délivrée à partir de PDInMsg.req – 1 (pour l'octet de contrôle). Acquiert Event par invocation du service UpLinkAck(EVENTHANDLER, RemainingLength, Acknowledge). SubCycleCounterOut, SubCycleCounterIn. Si MasterCommand = DeviceOperate: définit CycleCounterOut = 0 et CycleCounterIn = 0. Incrémente SubCycleCounterIn et SubCycleCounterOut de 1. Si SubCycleCounterOut = WMasterCycleTimeOut: définit SubCycleCounterOut = 0. Si SubCycleCounterIn = WMasterCycleTimeIn: définit SubCycleCounterIn = 0. Pour la conversion de WMasterCycleTime en Sous-cycle sans fil, voir C.4.12.
T7	5	6	Si EventMsg.req(SendWMessage=YES): place le Message sans fil dans les données utiles de liaison montante et diminue RemainingLength avec la longueur délivrée à partir de PDInMsg.req – 1 (pour l'octet de contrôle). Acquiert ISDU par invocation du service UpLinkAck(ISDUHANDLER, RemainingLength, Acknowledge).
T8	6	7	Si ISDUMsg.rsp(SendWMessage=YES): place le Message sans fil dans les données utiles de liaison montante et définit RemainingLength sur 2 (SSlot/Appareil sans fil) ou 15 (DSlot/Appareil sans fil).
T9	8	1	Aucune donnée de liaison montante n'a à être envoyée. Incrémente IMACounter.
T10	8	1	Invoque le service PL_Transfer.req(Data, DataLength) avec les données de liaison montante pour transmission au Maître sans fil.
T11	8	1	Pour indiquer sa présence au Maître sans fil, l'Appareil sans fil doit envoyer une Trame IMA, si IMACounter >= SendIMA par invocation du service PL_Transfer.req(DataLength=0).
T12	1	0	Le module de traitement des messages de l'Appareil sans fil passe à l'état Inactive_0.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
RemainingLength	Variable	Longueur restante dans les données utiles de liaison montante.
RetryCounter	Variable	Compteur pour les liaisons montantes non acquittées.
IMACounter	Variable	Compteur permettant d'envoyer des trames IMA en liaison montante.
SendIMA	Variable	Limite d'envoi par IMACounter (voir T11) d'une liaison montante IMA au Maître sans fil. Cette valeur est calculée selon la formule suivante: SendIMA = (IMATime en Sous-cycle sans fil)-MaxRetry-10.
SubCycleCounterOut	Variable	Compteur pour les Sous-cycles sans fil de WMasterCycleTimeOut.
SubCycleCounterIn	Variable	Compteur pour les Sous-cycles sans fil de WMasterCycleTimeIn.

6.6.5 Compilation de l'octet de contrôle de liaison montante

Le module de traitement des messages de l'Appareil (voir Figure 61) doit compiler l'octet de contrôle d'une liaison montante délivré par l'intermédiaire du module de traitement DL-B correspondant tel que défini dans le Tableau 48. Voir Figure A.4 pour la définition de l'octet de contrôle de liaison montante.

Tableau 48 – Compilation de l'octet de contrôle de liaison montante

<table>
<tr><td>Octet de contrôle compilé
module de traitement:
↓</td><td>→</td><td>Code de canal (ChC)
(créé par le module de traitement des messages)</td><td>Contrôle de flux (FC)
(délivré par le module de traitement)
Voir NOTE</td><td>Des données suivent</td></tr>
<tr><td rowspan="3">PDInMsg.req</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3">1
(Process Data In)</td><td>FlowCtrl</td><td>Oui</td></tr>
<tr><td>FlowCtrl
= ABORT</td><td>Non</td></tr>
<tr><td>2
(Process Data In Invalid)</td><td>—</td><td>Non</td></tr>
<tr><td rowspan="2">EventMsg.req</td><td rowspan="2">4
(EVENT)</td><td>FlowCtrl</td><td>Oui</td></tr>
<tr><td>FlowCtrl
= EOS ou ABORT</td><td>Non</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ISDUMsg.rsp</td><td rowspan="2">3
(ISDU)</td><td>FlowCtrl</td><td>Oui</td></tr>
<tr><td>FlowCtrl
= EOS ou ABORT</td><td>Non</td></tr>
<tr><td>Liaison montante IMA</td><td colspan="3">Aucun octet de contrôle nécessaire.
Voir Tableau 30.</td></tr>
<tr><td colspan="5">NOTE Pour les Messages sans fil de liaison montante, la longueur des données est codée dans le Contrôle de flux.</td></tr>
</table>

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7 Couche de liaison de données (DL-B)

7.1 Services DL-B

7.1.1 Vue d'ensemble des services au sein du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil

Le présent Article 7 définit les services de la couche de liaison de données à fournir à la couche d'application et la Gestion système par l'intermédiaire de ses interfaces externes. Le Tableau 49 énumère les affectations du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil quant à leur rôle d'initiateur ou de destinataire des services individuels de liaison de données (DL). Des champs vides indiquent la non-disponibilité de ce service au niveau du Maître sans fil ou de l'Appareil sans fil.

Tableau 49 – Affectations des services au sein du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil

Désignation du service	Maître sans fil	Appareil sans fil
DL_PDCycle	I	
DL_PDInputTransport	I	
DL_Control	I, R	I, R
DL_PDOutputUpdate	R	
DL_PDOutputTransport		I
DL_PDInputUpdate		R
DL_Event	I	R
DL_ISDUTransport	R	I
DL_ISDUAbort	R	I
DL_TDConfig	R	
DL_Read	R	I
DL_Write	R	I
DL_SetMode	R	
DL_Mode	I	I
DL_MaxRetry		I
DL_SetParam	R	R

Légende (voir 3.3.5)

Tous les services sont définis du point de vue de la couche concernée vers la couche au-dessus.

I Initiateur d'un service (vers la couche au-dessus)

R Destinataire (répondeur) d'un service (à partir de la couche au-dessus)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.1.2 DL_PDCycle (Maître sans fil et Appareil sans fil)

La couche de liaison de données utilise le service DL_PDCycle pour indiquer la fin d'une période WMasterCycleTime après le début de la transmission de données de processus à la couche d'application. Ce service n'a pas de paramètres. Les primitives de service sont énumérées dans le Tableau 50.

Tableau 50 – DL_PDCycle

Nom du paramètre	.ind
<none>	

7.1.3 DL_PDInputTransport (Maître sans fil)

La couche de liaison de données sur le Maître sans fil utilise le service DL_PDInputTransport pour transférer le contenu des données d'entrée (données de processus de l'Appareil sans fil vers le Maître sans fil) vers la couche d'application. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 51.

Tableau 51 – DL_PDInputTransport

Nom du paramètre	.ind
Argument	O
InputData	O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

InputData:

Ce paramètre contient les données de processus à transmettre à la couche d'application.

Type de paramètre: chaîne d'octets.

7.1.4 DL_Control (Maître sans fil et Appareil sans fil)

Le Maître sans fil utilise le service DL_Control pour acheminer des informations de commande par l'intermédiaire du canal de données de processus vers l'application de l'Appareil sans fil spécifique à la technologie correspondante et pour obtenir des informations de commande au moyen du module de traitement des PD (voir Article A.9 "PDVALID PDINVALID"). Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 52.

Tableau 52 – DL_Control

Nom du paramètre	.req	.ind
Argument	O	O
ControlCode	O	O(=)

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

ControlCode:

Ce paramètre indique l'état des données de processus (PD).

Valeurs admises:

PDIN_VALID	(données de processus d'entrée valides);
PDIN_INVALID	(données de processus d'entrée non valides);
PDOUT_VALID	(données de processus de sortie valides);
PDOUT_INVALID	(données de processus de sortie non valides ou manquantes).

7.1.5 DL_PDOutputUpdate (Maître sans fil)

La couche d'application du Maître sans fil utilise le service DL_PDOutputUpdate pour mettre à jour les données de sortie (données de processus du Maître sans fil vers l'Appareil sans fil) sur la couche de liaison de données. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 53.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 53 – DL_PDOutputUpdate

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
OutputData	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

OutputData:

Ce paramètre contient les données de processus fournies par la couche d'application.

Type de paramètre: chaîne d'octets

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

NO_COMM (pas de communication disponible);

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant).

7.1.6 DL_PDOutputTransport (Appareil sans fil)

La couche de liaison de données sur l'Appareil sans fil utilise le service DL_PDOutputTransport pour transférer le contenu des données de processus de sortie vers la couche d'application (du Maître sans fil vers l'Appareil sans fil). Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 54.

Tableau 54 – DL_PDOutputTransport

Nom du paramètre	.ind
Argument	O
OutputData	O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

OutputData:

Ce paramètre contient les données de processus à transmettre à la couche d'application.

Type de paramètre: chaîne d'octets.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.1.7 DL_PDInputUpdate (Appareil sans fil)

La couche d'application de l'Appareil sans fil utilise le service DL_PDInputUpdate pour mettre à jour les données de sortie (données de processus de l'Appareil sans fil vers le Maître sans fil) sur la couche de liaison de données. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 55.

Tableau 55 – DL_PDInputUpdate

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
InputData	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

InputData:

Ce paramètre contient les données de processus fournies par la couche d'application.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

NO_COMM (pas de communication disponible);

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant).

7.1.8 DL_Event (Maître sans fil et Appareil sans fil)

Le service DL_Event transfère un état ou des informations d'erreur. L'application de l'Appareil sans fil déclenche le transfert d'Événement. Les demandes DL_Event supplémentaires sont ignorées jusqu'à ce que la précédente ait été confirmée (voir Figure 63). Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 56.

Tableau 56 – DL_Event

Nom du paramètre	.req	.ind	.rsp	.cnf
Argument	O	O		
Instance	O	O		
Type	O	O		
Mode	O	O		
EventCode	O	O		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Instance:

Ce paramètre indique l'origine de l'Événement.

Valeurs admises: application (voir Tableau A.6 et IEC 61131-9:2022, Tableau A.17)

Type:

Ce paramètre indique la catégorie de l'Événement.

Valeurs admises: ERROR, WARNING, NOTIFICATION (voir Tableau A.8 et IEC 61131-9:2022, Tableau A.19).

Mode:

Ce paramètre indique le mode de l'Événement.

Valeurs admises: SINGLESHOT, APPEARS, DISAPPEARS (voir Tableau A.9 et IEC 61131-9:2022, Tableau A.20).

EventCode:

Ce paramètre contient un code identifiant un certain Événement (voir Annexe D et IEC 61131-9:2022, Tableau D.1)

Type de paramètre: entier 16 bits non signé.

7.1.9 DL_ISDUTransport (Maître sans fil et Appareil sans fil)

Le service DL_ISDUTransport est utilisé pour transporter une ISDU. Ce service est utilisé par le Maître sans fil pour envoyer une demande de service de la couche d'application du Maître sans fil vers l'Appareil sans fil. Il est utilisé par l'Appareil sans fil pour envoyer une réponse de service au Maître sans fil depuis la couche d'application de l'Appareil sans fil. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 57.

Tableau 57 – DL_ISDUTransport

Nom du paramètre	.req	.ind	.rsp	.cnf
Argument	O	O		
ValueList	O	O		
Result (+)			S	S
Data			C	C
Qualifier			O	O
Result (-)			S	S
ISDUTransportErrorInfo			O	O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

ValueList:

Ce paramètre contient les paramètres de fonctionnement pertinents

Type de paramètre: enregistrement

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Index:

Valeurs admises: 0 à 65 535

Dans le cas d'un Appareil sans fil basse consommation, les index provenant du Tableau C.18 ne sont pas autorisés à lire ou à écrire par un Maître sans fil et doivent renvoyer un STATE_CONFLICT.

Subindex:

Valeurs admises: 0 à 255.

Data:

Type de paramètre: chaîne d'octets

Direction:

Valeurs admises:

READ (opération de lecture);

WRITE (opération d'écriture).

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Data:

Type de paramètre: chaîne d'octets

Qualifier:

Valeurs admises: une réponse de Service I de l'Appareil sans fil conformément à 7.4.4 et A.11.1 (voir Tableau 74).

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ISDUTransportErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

NO_COMM (pas de communication disponible);

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant);

ISDU_TIMEOUT (temps d'acquittement ISDU écoulé, voir Figure 68 et IEC 61131-9:2022, Tableau 97);

VALUE_OUT_OF_RANGE (La valeur du paramètre de service ne respecte pas les définitions de plage).

7.1.10 DL_ISDUAbort (Maître sans fil et Appareil sans fil)

Le service DL_ISDUAbort abandonne la transmission ISDU en cours. Les primitives de service sont énumérées dans le Tableau 58.

Tableau 58 – DL_ISDUAbort

Nom du paramètre	.req	.ind
<none>		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.1.11 DL_TDConfig (Maître sans fil)

Le service DL_TDConfig est utilisé pour configurer le mapping d'un Port sans fil sur la Voie sans fil et le créneau temporel correspondants par l'intermédiaire du gestionnaire de configuration de Port sans fil/la Gestion système. Les primitives de service sont énumérées dans le Tableau 59.

Tableau 59 – DL_TDConfig (Maître sans fil)

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
ValueList	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

ValueList:

Ce paramètre contient les paramètres du TDmapper. Type de paramètre: enregistrement

Track_N:

Ce paramètre contient le numéro de Voie sans fil.

Valeurs admises: 0 à 4

Slot_N:

Ce paramètre contient le numéro de créneau temporel pour l'Appareil sans fil correspondant.

Valeurs admises: 0 à 7

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée);

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant).

7.1.12 DL_Read (Maître sans fil et Appareil sans fil)

Le service DL_Read est utilisé par la Gestion système pour lire une valeur de paramètre d'Appareil sans fil dans la Page 1 de Paramètres directs ou dans la plage d'index spécifique de la SDCI sans fil par l'intermédiaire de l'ISDU. Par conséquent, DL_Read utilise le service DL_ISDUTransport. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 60.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 60 – DL_Read

Nom du paramètre	.req	.ind	.rsp	.cnf
Argument	O	O		
Index	O	O		
Subindex	O	O		
Result (+)			O	S
Value			O	O(=)
Result (-)				S
ErrorInfo				O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Index:

Ce paramètre contient l'index des paramètres de l'Appareil sans fil dans la Page 1 de Paramètres directs ou dans la plage d'index spécifique de la SDCI sans fil (voir Tableau C.3 et Tableau C.1).

Valeurs admises: voir Tableau C.12 et Tableau C.3.

Dans le cas d'un Appareil sans fil basse consommation, les index provenant du Tableau C.18 ne sont pas autorisés à lire ou à écrire par un Maître sans fil et doivent renvoyer un STATE_CONFLICT.

Subindex:

Ce paramètre contient le sous-index du paramètre de l'Appareil sans fil dans la Page 1 de Paramètres directs (voir Tableau C.1) ou dans la plage d'index spécifique de la SDCI sans fil.

Valeurs admises: Pour la Page 1, valeurs de 1 à 15; pour les index spécifiques à la SDCI sans fil, voir Article C.4.

Value:

Ce paramètre contient la valeur du paramètre de l'Appareil sans fil à écrire.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Value:

Ce paramètre contient les valeurs du paramètre de l'Appareil sans fil à lire.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

NO_COMM	(pas de communication disponible);
STATE_CONFLICT	(service non disponible en l'état courant);
ISDU_TIMEOUT	(temps d'acquittement ISDU écoulé, voir Figure 68 et IEC 61131-9:2022, Tableau 97).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.1.13 DL_Write (Maître sans fil et Appareil sans fil)

Le service DL_Write est utilisé par la Gestion système pour écrire une valeur de paramètre d'Appareil sans fil dans la Page 1 de Paramètres directs ou dans la plage d'index spécifique de la SDCI sans fil par l'intermédiaire de l'ISDU. Par conséquent, DL_Write utilise le service ISDUMsg pour l'ISDU et le service MCmd en cas de commande principale. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 61.

Tableau 61 – DL_Write

Nom du paramètre	.req	.ind	.cnf
Argument	O	O	
Index	O	O	
Subindex	O	O	
Value	O	O	
Result (+)			S
Result (-)			S
ErrorInfo			O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Index:

Ce paramètre contient l'index des paramètres de l'Appareil sans fil dans la Page 1 de Paramètres directs ou dans la plage d'index spécifique de la SDCI sans fil (voir Tableau C.3 et Tableau C.1).

Valeurs admises: voir Tableau C.12 et Tableau C.3.

Dans le cas d'un Appareil sans fil basse consommation, les index provenant du Tableau C.18 ne sont pas autorisés à lire ou à écrire par un Maître sans fil et doivent renvoyer un STATE_CONFLICT.

Subindex:

Ce paramètre contient le sous-index du paramètre de l'Appareil sans fil dans la Page 1 de Paramètres directs (voir Tableau C.1) ou dans la plage d'index spécifique de la SDCI sans fil.

Valeurs admises: Pour la Page 1, valeurs de 1 à 15; pour les index spécifiques au sans fil, voir Article C.4.

Value:

Ce paramètre contient la valeur du paramètre de l'Appareil sans fil à écrire.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

NO_COMM (pas de communication disponible);

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.1.14 DL_SetMode (Maître sans fil)

Le service DL_SetMode est utilisé par la Gestion système pour configurer les diagrammes d'états de la couche de liaison de données et envoyer les valeurs de caractéristiques de fonctionnement exigées à la couche de liaison de données. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 62.

Tableau 62 – DL_SetMode

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
Mode	O	
ValueList	U	
Result (+)		S
W-Port		O
Result (-)		S
W-Port		O
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Mode:

Ce paramètre indique le mode demandé de la DL du Maître sans fil sur un Port sans fil individuel.

Valeurs admises:

INACTIVE (Le module de traitement doit passer à l'état INACTIVE);

STARTUP (Le module de traitement doit passer à l'état STARTUP);

PREOPERATE (Le module de traitement doit passer à l'état PREOPERATE);

OPERATE (Le module de traitement doit passer à l'état OPERATE).

ValueList:

Ce paramètre contient les paramètres de fonctionnement pertinents.

Structure des données: enregistrement

PDInputLength: doit être propagé au module de traitement des messages et au module de traitement PDIn.

PDOutputLength: doit être propagé au module de traitement des messages.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro du Port sans fil concerné.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro du Port sans fil concerné.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant);

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée).

7.1.15 DL_Mode (Maître sans fil et Appareil sans fil)

La couche DL utilise le service DL_Mode pour informer la Gestion système qu'un certain état opérationnel a été atteint. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 63.

Tableau 63 – DL_Mode

Nom du paramètre	.ind
Argument	O
W-Port	C
RealMode	O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

RealMode:

Ce paramètre indique l'état du module de traitement de mode DL.

Valeurs admises:

INACTIVE	(Le module de traitement est passé à l'état INACTIVE);
COMLOST	(Communication perdue);
ACTIVE	(Le module de traitement est passé à l'état ACTIVE);
STARTUP	(Le module de traitement est passé à l'état STARTUP);
PREOPERATE	(Le module de traitement est passé à l'état PREOPERATE);
OPERATE	(Le module de traitement est passé à l'état OPERATE).

7.1.16 DL_MaxRetry (Appareil sans fil)

Le service DL_MaxRetry indique un défaut en temps réel à l'application pour le traitement des erreurs dépendant de l'Appareil sans fil, lorsque RetryCounter a dépassé la valeur MaxRetry configurée.

Les paramètres du service sont énumérés dans le Tableau 64.

Tableau 64 – DL_MaxRetry

Nom du paramètre	.ind
<none>	

7.1.17 DL_SetParam (Maître sans fil et Appareil sans fil)

Le service DL_SetParam est utilisé pour modifier les paramètres de nouvelle tentative et de traitement IMA dans le module de traitement des messages. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 65.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 65 – DL_SetParam

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
ParameterList	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

ParameterList:

Ce paramètre contient les paramètres de communication configurés pour un Appareil sans fil donné.

Type de paramètre: enregistrement.

Éléments de l'enregistrement:

MAXRetry:

Ce paramètre contient le nombre maximal de nouvelles tentatives autorisées dans le décompte de Sous-cycles sans fil (voir C.4.4.4). Cette information est délivrée au module de traitement des messages et au module de traitement des données de processus de sortie du Maître sans fil.

IMATime:

Ce paramètre contient la durée "I am alive" (voir C.4.4.3). Cette information est délivrée au module de traitement des messages.

MaxPDSegLength (uniquement Maître sans fil):

Ce paramètre contient la longueur de segment maximale des données de processus de sortie pour que le module de traitement des messages puisse distribuer ces données au sein de plusieurs Cycles sans fil. Cette information est délivrée au module de traitement des données de processus de sortie du Maître sans fil.

LowEnergyDevice:

Cette information est délivrée au module de traitement des commandes, au module de traitement des ISDU et au module de traitement des données de processus pour basculer un Appareil sans fil basse consommation sur une préliaison descendante ou une liaison descendante complète.

Valeurs admises: YES, NO.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

VALUE_OUT_OF_RANGE (La valeur du paramètre de service ne respecte pas les définitions de plage).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.2 Module de traitement de mode DL

7.2.1 Généralités

Le module de traitement de mode DL du Maître sans fil est chargé d'établir la communication au moyen des services de la couche physique (PL) et des invocations réglementaires internes pour contrôler et surveiller les états des autres modules de traitement.

Le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil reçoit des commandes MasterCommand pour se synchroniser avec les états du module de traitement de mode DL du Maître sans fil STARTUP, PREOPERATE et OPERATE et gère l'activation et la désactivation des modules de traitement suivant le cas.

7.2.2 Diagramme d'états du module de traitement de mode DL du Maître sans fil

Après réception du service DL_SetMode(STARTUP) de la part de la Gestion système, le Maître sans fil attend la synchronisation avec l'Appareil sans fil.

L'objectif de l'état "Startup_2" est de vérifier l'identité d'un Appareil sans fil dans l'état "PreOperate_3", le Maître sans fil peut assigner des paramètres à l'Appareil sans fil en utilisant des ISDU. L'échange cyclique de données de processus est réalisé au cours de l'état "Operate". Dans cet état, des données supplémentaires telles que les commandes, Événements et ISDU peuvent être transmises. La Figure 51 représente le diagramme d'états du module de traitement de mode DL du Maître sans fil.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

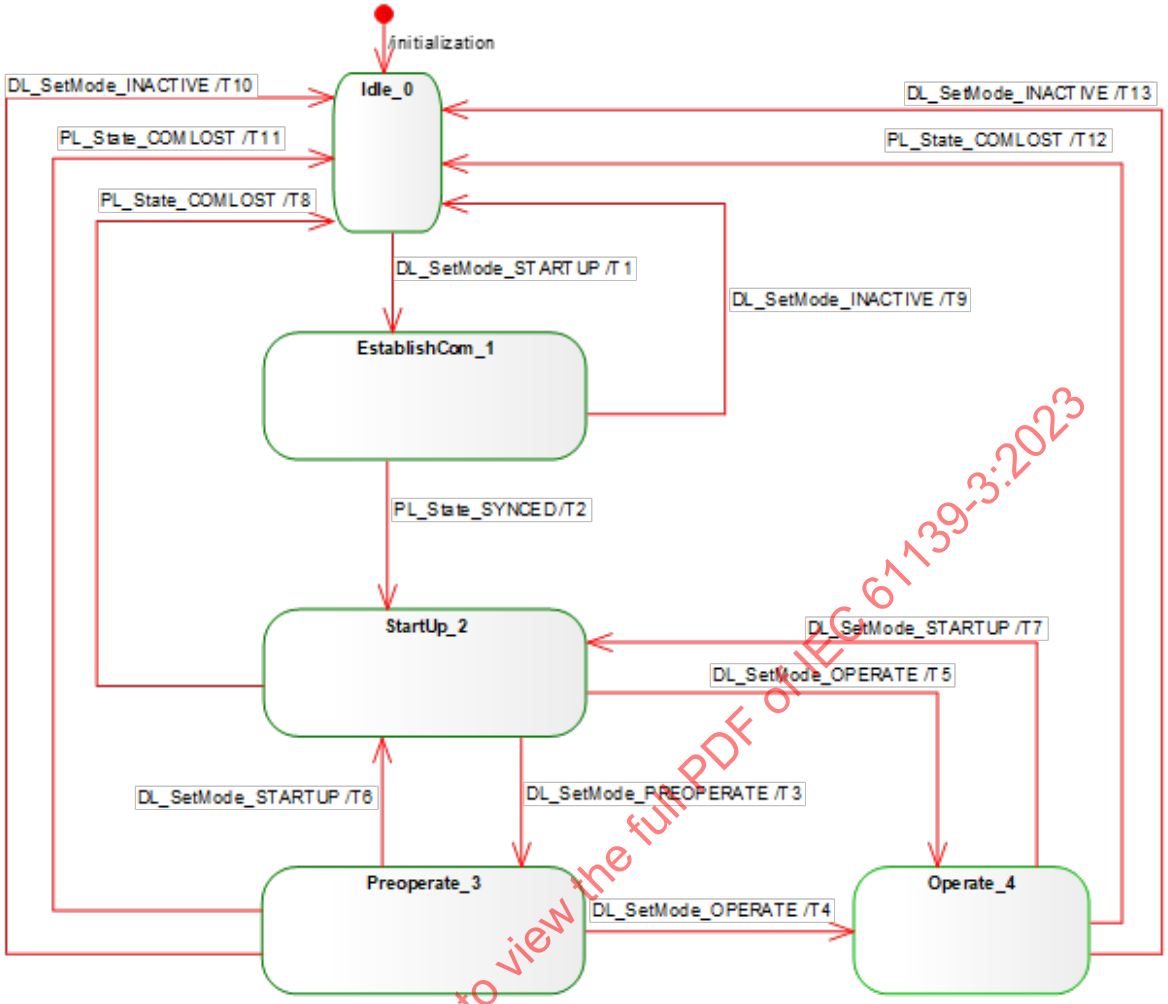


Figure 51 – Diagramme d'états du module de traitement de mode DL du Maître sans fil

Le Tableau 66 présente les tables de transitions d'états du module de traitement de mode DL du Maître sans fil.

Tableau 66 – Tables de transitions d'états du module de traitement de mode DL du Maître sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Idle_0	Attente d'une demande de communication émise par la Gestion système (SM): DL_SetMode (STARTUP)
EstablishCom_1	Attente de synchronisation avec l'Appareil sans fil
Startup_2	La Gestion système utilise l'état STARTUP pour l'identification de l'Appareil sans fil, la vérification et la configuration de la communication (voir Figure 80).
Preoperate_3	Commandes, Événements et ISDU sans données de processus
Operate_4	Données de processus, Commandes, Événements et ISDU

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

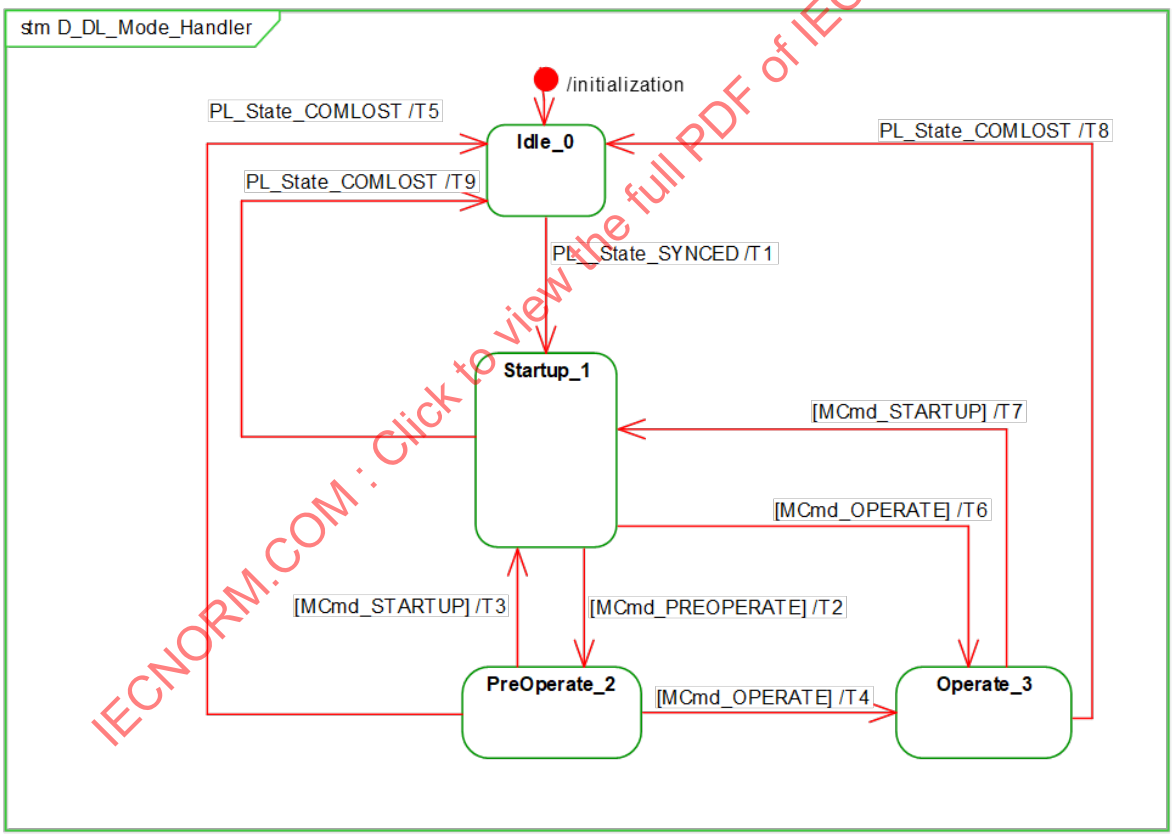
TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	Invoque MH_Conf_ACTIVE pour activer le module de traitement des messages.
T2	1	2	Active le module de traitement des commandes (appel de CH_Conf_ACTIVE) et le module de traitement des ISDU (appel de IH_Conf_ACTIVE, voir Figure 58) Indique l'état, au moyen des services DL_Mode.ind (ACTIVE) et DL_Mode.ind (STARTUP), à la SM.
T3	2	3	La SM a demandé l'état PREOPERATE. Active le module de traitement d'Événements (appel de EH_Conf_ACTIVE, voir Figure 64). Invoque DL_Mode.ind (PREOPERATE) vers la SM.
T4	3	4	La SM a demandé l'état OPERATE. Active le module de traitement de données de processus (PD_Conf_ACTIVE, voir "Module de traitement des données de processus du Maître sans fil"). Invoque DL_Mode.ind (OPERATE) vers la SM.
T5	2	4	La SM a demandé l'état OPERATE. Active le module de traitement de données de processus (appel PD_Conf_ACTIVE, voir Figure 57) et le module de traitement d'Événements (appel de EH_Conf_ACTIVE, voir Figure 62). Invoque DL_Mode.ind (OPERATE) vers la SM.
T6	3	2	La SM a demandé l'état STARTUP. Désactive le module de traitement d'Événements (appel de EH_Conf_INACTIVE). Invoque DL_Mode.ind (STARTUP) vers la SM.
T7	4	2	La SM a demandé l'état STARTUP. Désactive le module de traitement de données de processus (appel de PD_Conf_INACTIVE) et le module de traitement d'Événements (appel de EH_Conf_INACTIVE). Invoque DL_Mode.ind (STARTUP) vers la SM.
T8	2	0	La couche physique délivre l'état au moyen du service PL_State.ind(COMLOST). Désactive tous les modules de traitement (appel de xx_Conf_INACTIVE). Indique l'état, au moyen du service DL_Mode.ind (COMLOST), à la SM.
T9	1	0	La SM a demandé l'état INACTIVE. Désactive tous les modules de traitement (appel de xx_Conf_INACTIVE). Invoque DL_Mode.ind (INACTIVE) vers la SM.
T10	3	0	La SM a demandé l'état INACTIVE. Désactive tous les modules de traitement (appel de xx_Conf_INACTIVE). Invoque DL_Mode.ind (INACTIVE) vers la SM.
T11	3	0	La couche physique délivre l'état au moyen du service PL_State.ind(COMLOST). Désactive tous les modules de traitement (appel de xx_Conf_INACTIVE). Indique l'état, au moyen du service DL_Mode.ind (COMLOST), à la SM (voir Figure 80)
T12	4	0	La couche physique délivre l'état au moyen du service PL_State.ind(COMLOST). Désactive tous les modules de traitement (appel de xx_Conf_INACTIVE). Indique l'état, au moyen du service DL_Mode.ind (COMLOST), à la SM.
T13	4	0	La SM a demandé l'état INACTIVE. Désactive tous les modules de traitement (appel de xx_Conf_INACTIVE). Invoque DL_Mode.ind (INACTIVE) vers la SM.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
xx_Conf_ACTIVE	Appel	Cet appel active le module de traitement correspondant. xx remplace MH (module de traitement des messages), IH (module de traitement des ISDU), CH (module de traitement des commandes) ou EH (module de traitement d'Événements).
xx_Conf_INACTIVE	Appel	Cet appel désactive le module de traitement correspondant. xx remplace MH (module de traitement des messages), IH (module de traitement des ISDU), CH (module de traitement des commandes), PD (module de traitement des données de processus) ou EH (module de traitement d'Événements).

7.2.3 Diagramme d'états du module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil

La Figure 52 représente le diagramme d'états du module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil. Dans les états PreOperate_2 et Operate_3, différents ensembles de modules de traitement sont activés dans l'Appareil sans fil.



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 52 – Diagramme d'états du module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil

Le Tableau 67 présente les tables de transitions d'états du module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil.

Tableau 67 – Tables de transitions d'états du module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Idle_0	Attente d'établissement de la connexion
Startup_1	Vérification de compatibilité (voir Figure 81)
PreOperate_2	Échange de données à la demande (paramètre, commandes, Événements) sans données de processus
Operate_3	Échange de données de processus (PD) et de données à la demande (paramètre, commandes, Événements)

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	La couche physique délivre l'état au moyen du service PL_State.ind(SYNCED). Active le module de traitement des messages (appel de MH_Conf_ACTIVE à la Figure 49), le module de traitement des ISDU (appel de IH_Conf_ACTIVE à la Figure 59) et le module de traitement des commandes (appel de CH_Conf_ACTIVE à la Figure 61). Indique l'état, au moyen du service DL_Mode.ind (INACTIVE), à la SM.
T2	1	2	Le module de traitement des commandes de l'Appareil sans fil a reçu du Maître la commande MasterCommand (MCmd_PREOPERATE). Active le module de traitement d'Événements (appel de EH_Conf_ACTIVE à la Figure 64). Indique l'état, au moyen du service DL_Mode.ind (PREOPERATE), à la SM.
T3	2	1	Le module de traitement des commandes de l'Appareil sans fil a reçu du Maître la commande MasterCommand (MCmd_STARTUP). Désactive le module de traitement d'Événements (appel de EH_Conf_INACTIVE à la Figure 64). Indique l'état, au moyen du service DL_Mode.ind (STARTUP), à la SM.
T4	2	3	Le module de traitement des commandes de l'Appareil sans fil a reçu du Maître la commande MasterCommand (MCmd_OPERATE). Active le module de traitement des données de processus (appel de PD_Conf_ACTIVE à la Figure 56). Indique l'état, au moyen du service DL_Mode.ind (OPERATE), à la SM.
T5	2	0	La couche physique délivre l'état au moyen du service PL_State.ind(COMLOST). Désactive tous les modules de traitement (appel de xx_Conf_INACTIVE). Indique l'état, au moyen du service DL_Mode.ind (INACTIVE), à la SM (voir Figure 89 et Tableau 125).
T6	1	3	Le module de traitement des commandes de l'Appareil sans fil a reçu du Maître la commande MasterCommand (MCmd_OPERATE). Active le module de traitement des données de processus (appel de PD_Conf_ACTIVE à la Figure 56) et le module de traitement d'Événements (appel de EH_Conf_ACTIVE à la Figure 64). Indique l'état, au moyen du service DL_Mode.ind (OPERATE), à la SM.
T7	3	1	Le module de traitement des commandes de l'Appareil sans fil a reçu du Maître la commande MasterCommand (MCmd_STARTUP). Désactive le module de traitement des données de processus (appel de PD_Conf_INACTIVE à la Figure 56) et le module de traitement d'Événements (appel de EH_Conf_INACTIVE à la Figure 64). Indique l'état, au moyen du service DL_Mode.ind (STARTUP), à la SM.
T8	3	0	La couche physique délivre l'état au moyen du service PL_State.ind(COMLOST). Désactive tous les modules de traitement (appel de xx_Conf_INACTIVE). Indique l'état, au moyen du service DL_Mode.ind (INACTIVE), à la SM (voir Figure 89 et Tableau 125).
T9	1	0	La couche physique délivre l'état au moyen du service PL_State.ind(COMLOST). Désactive tous les modules de traitement (appel de xx_Conf_INACTIVE). Indique l'état, au moyen du service DL_Mode.ind (INACTIVE), à la SM (voir Figure 89 et Tableau 125).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.3 Module de traitement des données de processus

7.3.1 Généralités

Le transport des données de processus de sortie est effectué en utilisant les services DL_PDOutputUpdate et DL_PDOutputTransport.

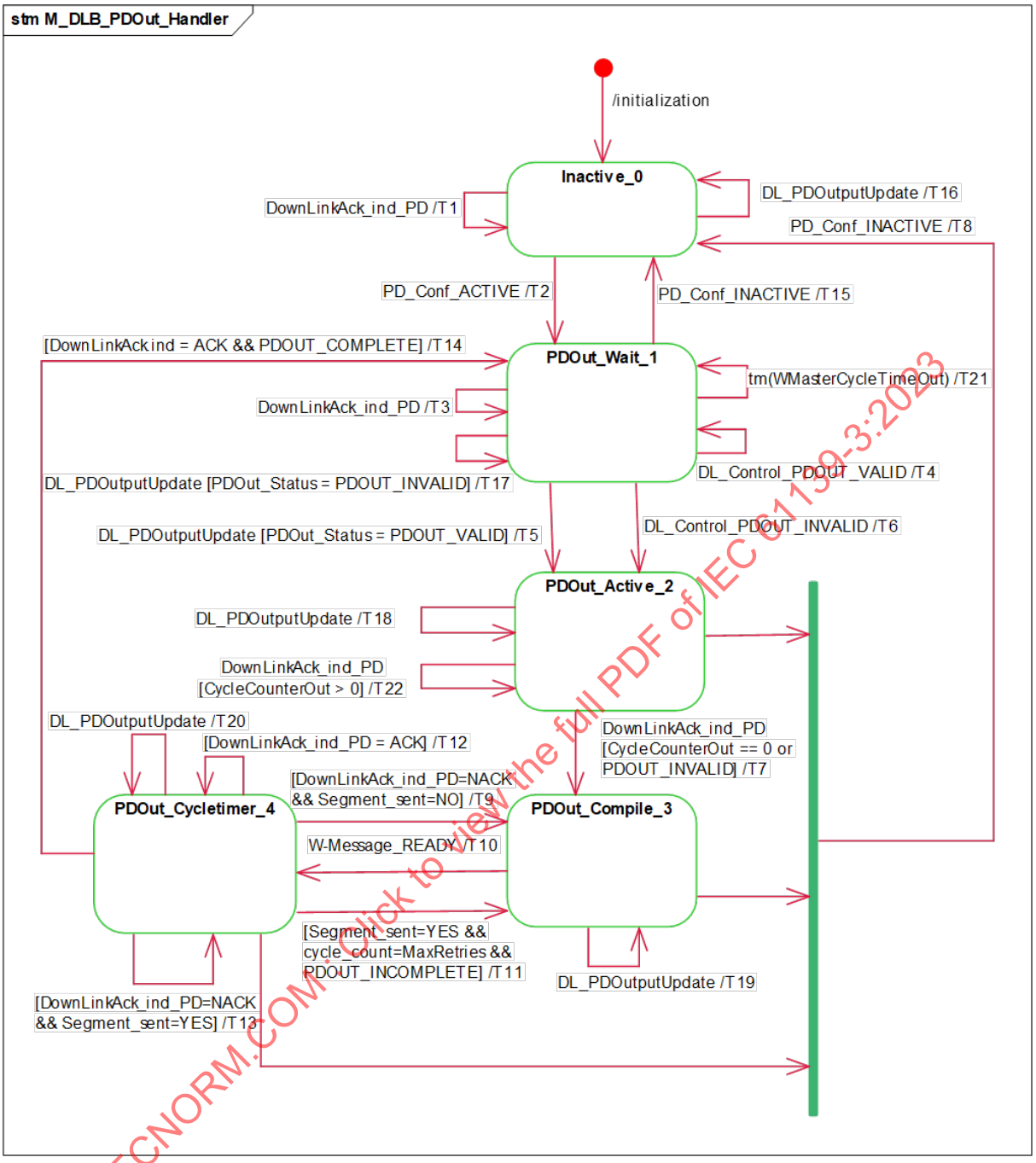
Les données de processus peuvent être définies sur valides ou non valides au moyen du service DL_Control.

7.3.2 Diagramme d'états du module de traitement des données de processus de sortie du Maître sans fil

7.3.2.1 Généralités

La Figure 53 représente le diagramme d'états du module de traitement des données de processus de sortie du Maître sans fil. Le Tableau 68 spécifie les tables de transitions d'états du module de traitement des données de processus de sortie du Maître sans fil.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 53 – Diagramme d'états du module de traitement des données de processus de sortie du Maître sans fil

Tableau 68 – Tables de transitions d'états du module de traitement des données de processus de sortie du Maître sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Inactive_0	Attente de l'activation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil par l'intermédiaire de PD_Conf_ACTIVE (voir Tableau 67, Transition T1).
PDOut_Wait_1	Attente de DL_PDOutputUpdate de la part de l'application.
PDOut_Active_2	Module de traitement actif et attente de DownLinkAck_ind_PD.
PDOut_Compile_3	Compile le Message sans fil dans les conditions de l'octet de contrôle de liaison descendante (voir Figure A.3 "Octet de contrôle de liaison descendante"). La longueur maximale du segment doit être limitée par le paramètre MaxPDSegLength (par l'intermédiaire de DL_SetParam) pour distribuer les données PDOut (voir Figure H.6 pour le diagramme séquentiel de distribution des PDOut). Définit la variable PDOut_Completion sur PDOUT_COMPLETE si tous les octets de données PDOut sont transmis; sinon définition sur PDOUT_INCOMPLETE. La transmission de PDOut-Data utilise le mécanisme de transfert de données segmentées (voir 7.7.2 "Transmission de données segmentées (PD, EV, ISDU)"). Pour le traitement des nouvelles tentatives, voir 7.7.3 "Traitement des nouvelles tentatives".
PDOut_Cycletimer_4	Gère le cadencement/la distribution des données PDOut segmentées au sein de plusieurs Sous-cycles sans fil. Si un segment de données n'a pas été acquitté, envoie une nouvelle tentative immédiatement avec le Sous-cycle sans fil suivant. En cas de segment de données acquitté, attend "x" Sous-cycles sans fil et envoie le segment de données suivant (distribution). NOTE "x" = MaxRetry

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	0	Pas de données de processus (PDOut) à envoyer, invoque PDOutMsg.req (SendWMessage = NO).
T2	0	1	*Le module de traitement de mode DL du Maître sans fil active le module de traitement de données de processus au moyen de PD_Conf_ACTIVE.* Définit PD_Out_Status sur PDOUT_INVALID
T3	1	1	Pas de données de processus (PDOut) à envoyer, invoque PDOutMsg.req (SendWMessage = NO).
T4	1	1	Définit PD_Out_Status sur PDOUT_VALID.
T5	1	2	Dans le cas d'un Appareil sans fil basse consommation: invoque MCmd.req(FullDLink) et attend un Acquittement positif du module de traitement des commandes pour basculer un Appareil sans fil basse consommation sur une liaison descendante complète. Démarre le temporisateur "WMasterCycleTimeOut".
T6	1	2	Dans le cas d'un Appareil sans fil basse consommation: invoque MCmd.req(FullDLink) et attend un Acquittement positif du module de traitement des commandes pour basculer un Appareil sans fil basse consommation sur une liaison descendante complète.
			Définit PD_Out_Status sur PDOUT_INVALID.
T7	2	3	Définit cycle_count = 0
T8	2, 3, 4	0	*Le module de traitement de mode DL du Maître sans fil désactive le module de traitement de données de processus au moyen de PD_Conf_INACTIVE.*
T9	4	3	Augmente cycle_count; si cycle_count est égal à MaxRetries, redéfinit cycle_count sur 0. *Renvoie les données dans le Message sans fil suivant (nouvelle tentative.)*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T10	3	4	Si "PD_Out_Status = PDOUT_INVALID", invoque PDOutMsg.req(PDOutInvalid); sinon invoque PDOutMsg.req pour des données de processus de sortie avec une longueur maximale d'octets MaxPDSegLength vers le module de traitement des messages (PDOutMsg.req(SendWMessage = YES, Slot_N, Data, Length, FlowCtrl)).
T11	4	3	Définit cycle_count = 0, définit Segment_sent = NO (envoi du nouveau segment dans le Message sans fil suivant).
T12	4	4	Définit Segment_sent = YES, pas de données de processus (PDOut) à envoyer, invoque PDOutMsg.req(SendWMessage = NO). Augmente cycle_count.
T13	4	4	Pas de données de processus (PDOut) à envoyer, invoque PDOutMsg.req (SendWMessage = NO). Augmente cycle_count.
T14	4	1	*La dernière transmission de PDOut (dernier segment) est terminée et acquittée.* Dans le cas d'un Appareil sans fil basse consommation: invoque MCmd.req(PreDLink) pour basculer à nouveau l'Appareil sans fil basse consommation sur une préliaison descendante. Si "PD_Out_Status = PDOUT_VALID", invoque DL_PDOutputUpdate.cnf
T15	1	0	*Le module de traitement de mode DL du Maître sans fil désactive le module de traitement de données de processus au moyen de PD_Conf_INACTIVE.*
T16	0	0	Invoque DL_PDOutputUpdate.cnf(NO_COMM)
T17	1	1	Invoque DL_PDOutputUpdate.cnf(STATE_CONFLICT)
T18	2	2	Invoque DL_PDOutputUpdate.cnf(STATE_CONFLICT)
T19	3	3	Invoque DL_PDOutputUpdate.cnf(STATE_CONFLICT)
T20	4	4	Invoque DL_PDOutputUpdate.cnf(STATE_CONFLICT)
T21	1	1	Invoque DL_PDCycle.ind. Voir NOTE.
T22	2	2	Attente d'un nouveau WMasterCycleTimeOut.
NOTE Pour réduire le plus possible la gigue causée par différentes qualités de transmission, en particulier avec des données segmentées (variations du nombre de nouvelles tentatives), PDCycle peut être utilisé pour obtenir un temps équidistant entre la transmission du premier paquet de données et l'activation de PDCycle.			

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
PD_Out_Status	Variable	Indique si PDOut est valide ou non valide. 0 = PDOUT_INVALID 1 = PDOUT_VALID
cycle_count	Variable	Variable de comptage pour les Sous-cycles sans fil.
Segment_sent	Variable	Indique si le segment est envoyé et acquitté. NO = Segment non envoyé et non acquitté OUI = Segment envoyé et acquitté
PDOut_Completion	Variable	Indique si la transmission PDOut est terminée. 0 = PDOUT_INCOMPLETE 1 = PDOUT_COMPLETE

7.3.2.2 Diagramme séquentiel pour la distribution des PDOut

Le diagramme séquentiel de la Figure 54 représente un exemple de communication entre le module de traitement des messages du Maître sans fil et le module de traitement des données de processus de sortie du Maître sans fil, en fonction des paramètres suivants, configurés au moyen de SM_SetPortConfig/DL_SetParam. Les paramètres sont utilisés pour distribuer des données PDOut dans un ou plusieurs Cycles sans fil, si par exemple un Cycle sans fil de 5 ms n'est pas nécessaire.

MaxPDSegLength:

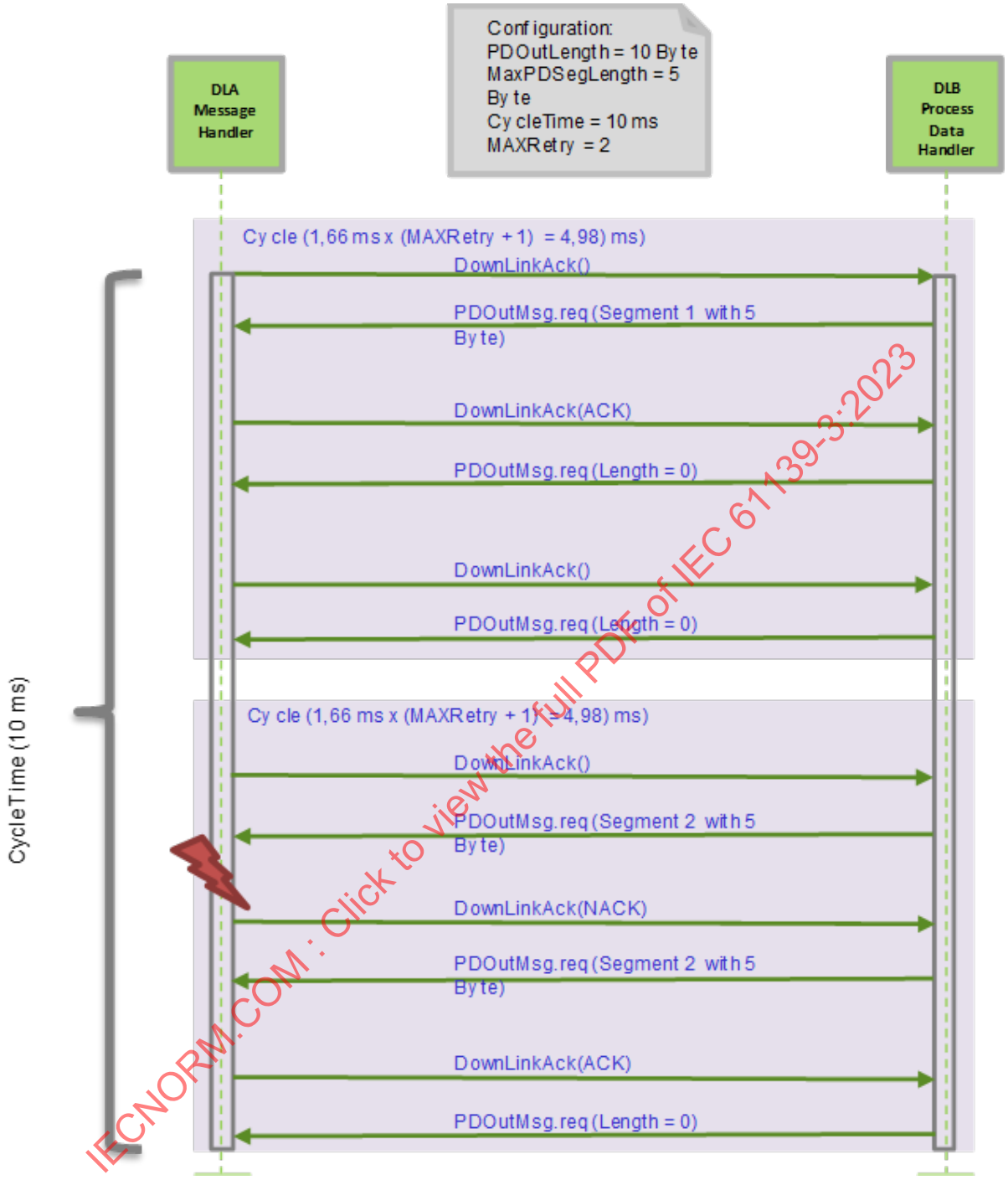
Limite les données PDOut, qui doivent être délivrées au module de traitement des messages.

Par exemple, PDOutData peut être divisé en 2 Cycles sans fil.

MaxRetry:

Contient le nombre maximal de nouvelles tentatives autorisées pour les dernières données envoyées (segment).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Anglais	Français
DLA Massage Handier	Module de traitement des messages DL-A
Configuration: PDOutLength= 10 Byte MaxPDSegLength = 5 By te CycleTime = 10 ms MAXRetry = 2	Configuration: PDOutLength= 10 octets MaxPDSegLength = 5 octets CycleTime = 10 ms MAXRetry = 2
DLB Process Data Handler	Module de traitement des données de processus DL-B
Cycle(1.66msx (MAXRetry +1) =4,98)ms)	Cycle(1,66 ms x (MAXRetry +1) =4,98) ms)
DownLinkAck()	DownLinkAck()
PDOutMsg.req(Segment 1 with 5 Byte)	PDOutMsg.req(Segment 1 avec 5 octets)
DownLinkAck(ACK)	DownLinkAck(ACK)
PDOutMsg.req (Length = 0)	PDOutMsg.req (Longueur = 0)
DowrLinkAck()	DowrLinkAck()
CycleTime (10 ms)	CycleTime (10 ms)
Cycle (1,66 ms x (MAXRetry + 1) =4,98) ms)	Cycle (1,66 ms x (MAXRetry + 1) =4,98) ms)
PDOutMsg.req (Segment 2 with 5 Byte)	PDOutMsg.req(Segment 2 avec 5 octets)
DownLinkAck(NACK)	DownLinkAck(NACK)
PDOutMsg.req (Segment 2 with5 Byte)	PDOutMsg.req (Segment 2 avec 5 octets)

Figure 54 – Diagramme séquentiel pour la distribution des PDOut

7.3.3 Diagramme d'états du module de traitement des données de processus d'entrée du Maître sans fil

La Figure 55 représente le diagramme d'états du module de traitement des données de processus d'entrée du Maître sans fil. Le Tableau 69 spécifie les tables de transitions d'états du module de traitement des données de processus d'entrée du Maître sans fil.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

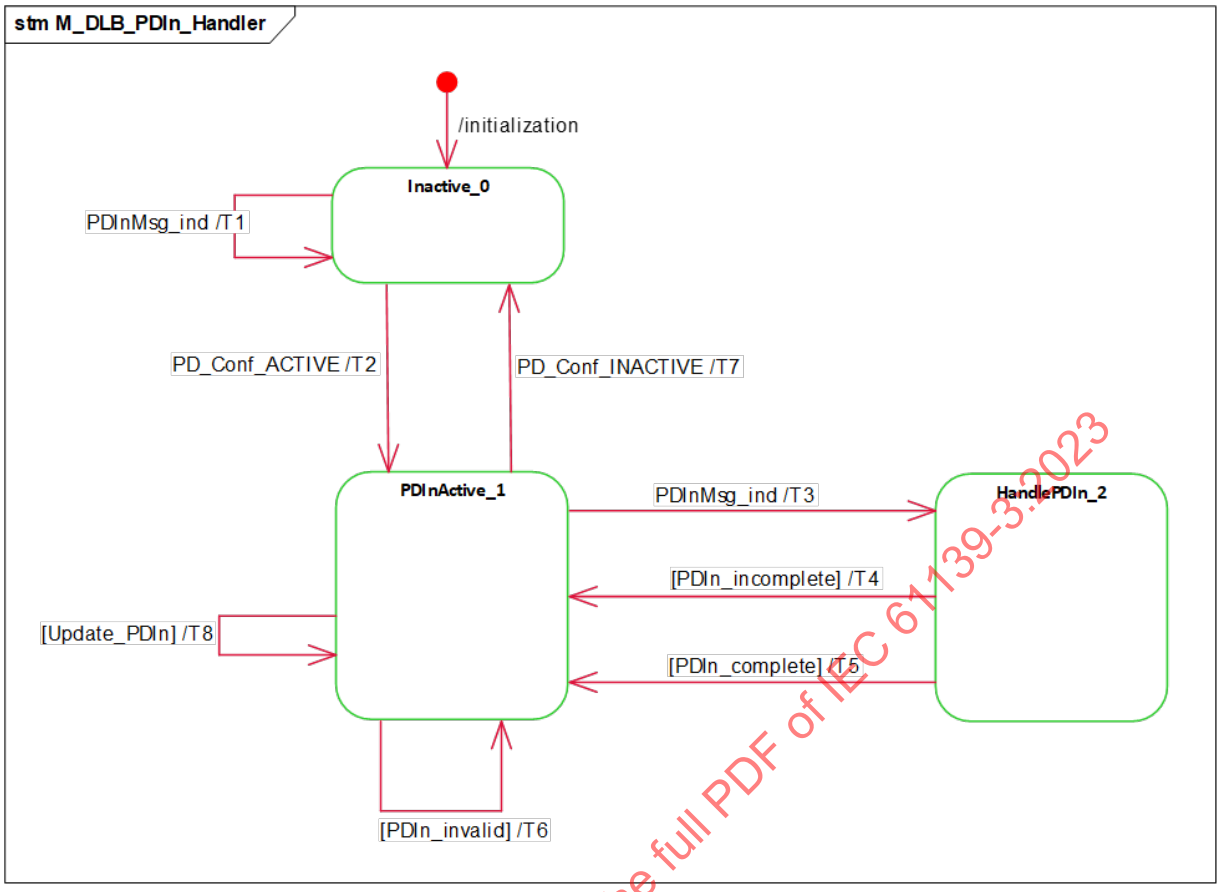


Figure 55 – Diagramme d'états du module de traitement des données de processus d'entrée du Maître sans fil

Tableau 69 – Tables de transitions d'états du module de traitement des données de processus d'entrée du Maître sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Inactive_0	Attente de l'activation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil par l'intermédiaire de PD_Conf_ACTIVE (voir Tableau 67, Transition T1 du module de traitement de mode DL).
PDInActive_1	Module de traitement actif et en attente de la demande suivante du module de traitement des messages au moyen du service PDInMsg.ind.
Handle_PDIn_2	Gère PDIn-Data. La transmission de PDIn-Data utilise le mécanisme de transfert de données segmentées (voir 7.7.2). Pour le traitement des nouvelles tentatives, voir 7.7.3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	0	Les données de processus (PDIn) sont ignorées.
T2	0	1	Le module de traitement de mode DL du Maître sans fil active le module de traitement de données de processus au moyen de PD_Conf_ACTIVE.
T3	1	2	Le module de traitement des messages délivre des données de processus d'entrée ou un segment de données de processus d'entrée.
T4	2	1	-
T5	2	1	-
T6	1	1	L'octet de contrôle de liaison descendante contenait "Process Data In Invalid". Si PDIn_Status = PDIN_VALID, définit PDIn_Status = PDIN_INVALID et invoque DL_Control.ind (PDIN_INVALID).
T7	1	0	Le module de traitement de mode DL du Maître sans fil désactive le module de traitement de données de processus au moyen de PD_Conf_INACTIVE.
T8	1	1	Invoque DL_PDInputTransport.ind (voir 7.1.3). Si PDIn_Status = PDIN_INVALID, définit PDIn_Status = PDIN_VALID. Invoque DL_Control.ind (PDIN_VALID).

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
PDIn_Status	Variable	Indique si PDIn est valide ou non valide. 0 = PDIN_INVALID 1 = PDIN_VALID
PDIn_complete	Protection	Tous les segments ont été reçus, les données PDIn sont complètes et la longueur des données reçues pour tous les segments est égale à ProcessDataIn de l'Appareil sans fil (voir Tableau C.1).
PDIn_incomplete	Protection	Les données PDIn sont incomplètes, attend le prochain segment de données ou la longueur des données reçues pour tous les segments n'est pas égale à ProcessDataIn de l'Appareil sans fil (voir Tableau C.1).
Update_PDIn	Protection	Pour réduire la gigue, PDIn est mis à jour à la fin d'un WMasterCycleTimeIn. Update_PDIn est déclenché si [PDIn_complete] && DownLinkAck_Ind_PD [SubCycleCounterIn = WMasterCycleTimeIn – 1]
PDIn_invalid	Service	PDInMsg.ind a délivré PDIN_INVALID (au moyen de ControlOctet).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.3.4 Diagramme d'états du module de traitement des données de processus de sortie de l'Appareil sans fil

La Figure 56 représente le diagramme d'états du module de traitement des données de processus de sortie de l'Appareil sans fil. Le Tableau 70 spécifie les tables de transitions d'états du module de traitement des données de processus de sortie de l'Appareil sans fil.

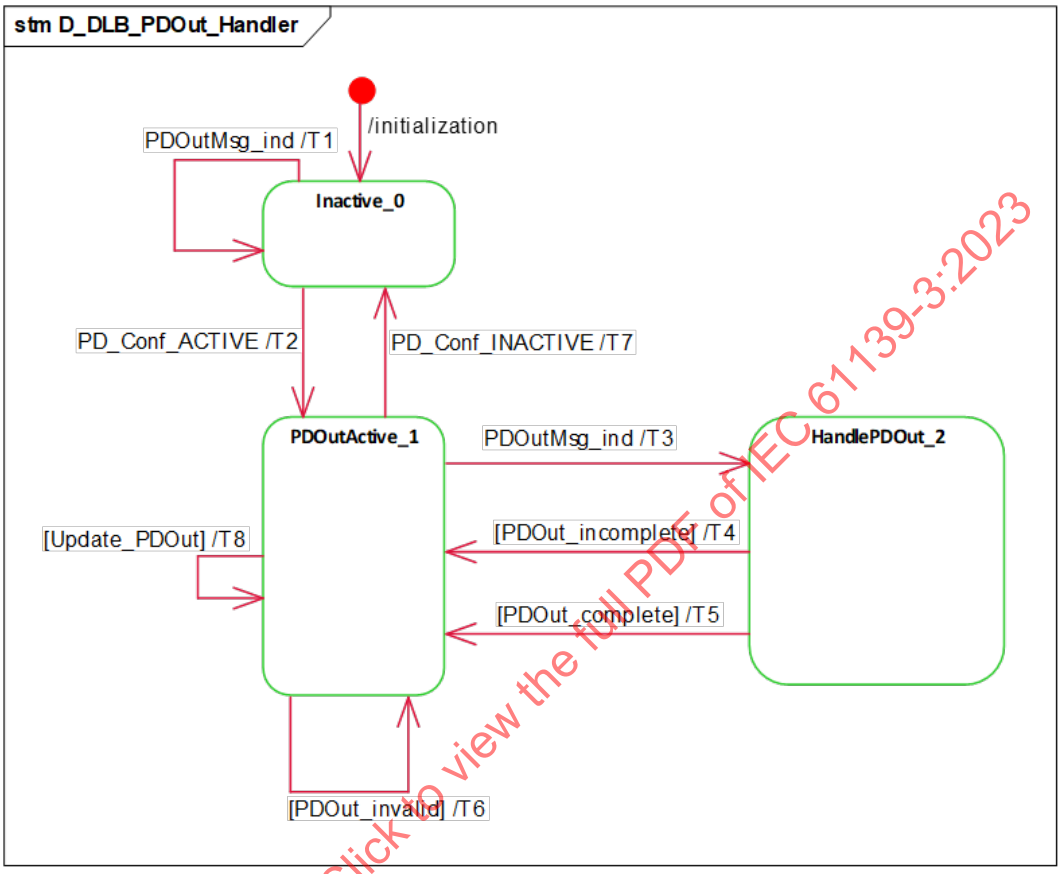


Figure 56 – Diagramme d'états du module de traitement des données de processus de sortie de l'Appareil sans fil

Tableau 70 – Tables de transitions d'états du module de traitement des données de processus de sortie de l'Appareil sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Inactive_0	Attente de l'activation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil par l'intermédiaire de PD_Conf_ACTIVE (voir Tableau 67, Transition T1).
PDOutActive_1	Module de traitement actif et en attente de la demande suivante du module de traitement des messages au moyen du service PDOutMsg.ind.
Handle_PDOut_2	Gère PDOut-Data. La transmission de PDOut-Data utilise le mécanisme de transfert de données segmentées (voir 7.7.2). Pour le traitement des nouvelles tentatives, voir 7.7.3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

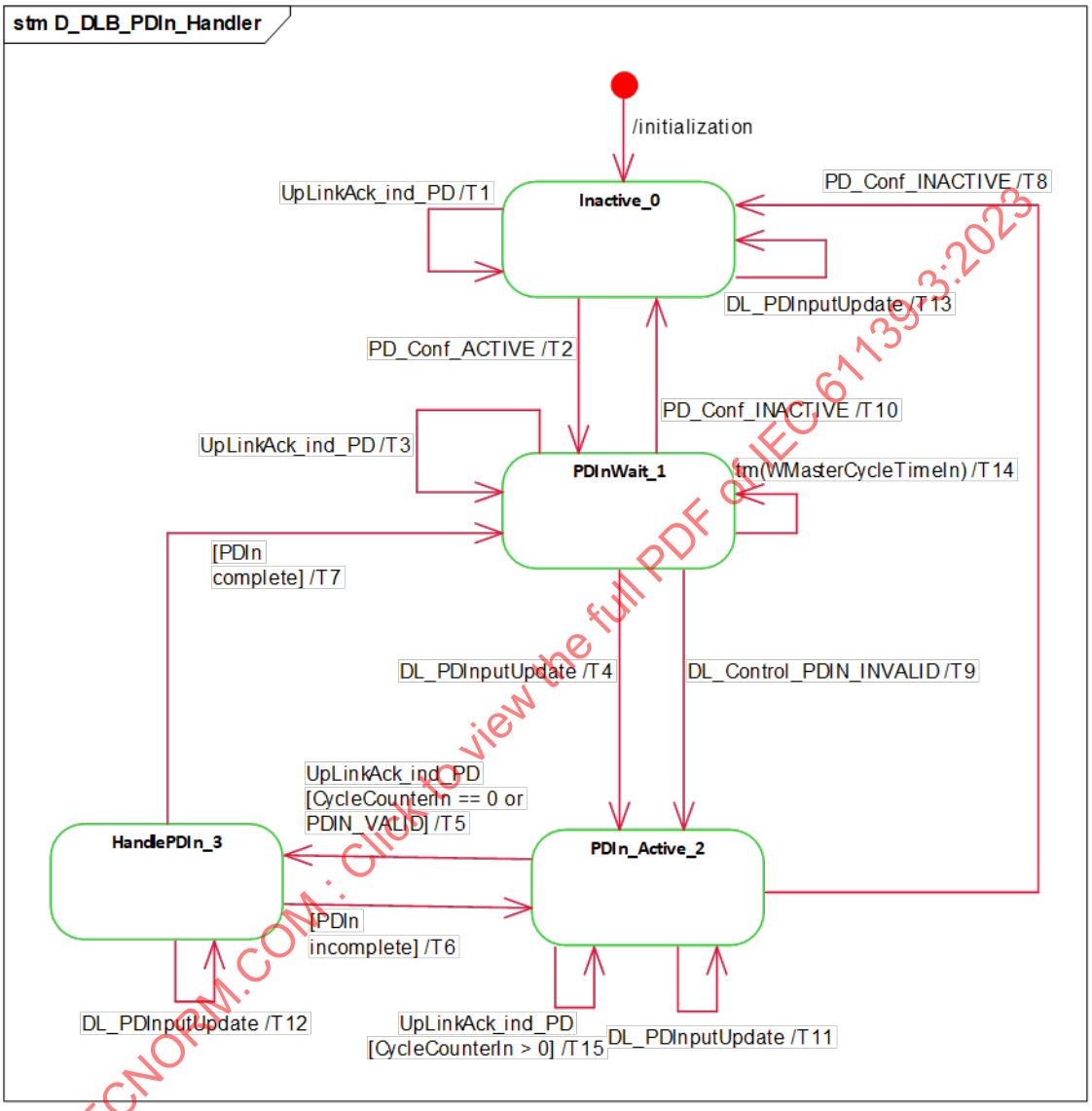
TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	0	Les données de processus (PDOut) sont ignorées.
T2	0	1	Le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil active le module de traitement de données de processus au moyen de PD_Conf_ACTIVE.
T3	1	2	Le module de traitement des messages délivre des données de processus de sortie ou un segment de données de processus de sortie. Démarre le temporisateur "MasterCycleTime" (occurrence unique, non redéclenchable) à chaque début de réception de données de processus.
T4	2	1	-
T5	2	1	-
T6	1	1	L'octet de contrôle de liaison descendante contenait "Process Data Out Invalid". Si PDOut_Status = PDOUT_VALID, définit PDOut_Status = PDOUT_INVALID Invoque DL_Control.ind (PDOUTINVALID).
T7	1	0	Le module de traitement de mode DL désactive le module de traitement de données de processus au moyen de PD_Conf_INACTIVE.
T8	1	1	Invoque DL_PDOutputTransport.ind (voir 7.1.6). Si PDOut_Status = PDOUT_INVALID, définit PDOut_Status = PDOUT_VALID Invoque DL_Control.ind (PDOUTVALID).

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
PDOut_Status	Variable	Indique si PDOut est valide ou non valide. 0 = PDOUT_INVALID 1 = PDOUT_VALID
PDOut_complete	Protection	Tous les segments ont été reçus, les données PDOut sont complètes et la longueur des données reçues pour tous les segments est égale à ProcessDataOut de l'Appareil sans fil (voir Tableau C.1).
PDOut_incomplete	Protection	Les données PDOut sont incomplètes, attend le prochain segment de données ou la longueur des données reçues pour tous les segments n'est pas égale à ProcessDataOut de l'Appareil sans fil (voir Tableau C.1).
Update_PDOut	Protection	Pour réduire la gigue, PDOut est mis à jour à la fin d'un WMasterCycleTimeOut. Update_PDOut est déclenché si [PDOut_complete] && UpLinkAck_Ind_PD [SubCycleCounterOut = WMasterCycleTimeOut - 1]
PDOut_invalid	Protection	PDOutMsg.ind a délivré PDOUT_INVALID (au moyen de ControlOctet).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.3.5 Diagramme d'états du module de traitement des données de processus d'entrée de l'Appareil sans fil

La Figure 57 représente le diagramme d'états du module de traitement des données de processus d'entrée de l'Appareil sans fil. Le Tableau 71 spécifie les tables de transitions d'états du module de traitement des données de processus d'entrée de l'Appareil sans fil.



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 57 – Diagramme d'états du module de traitement des données de processus d'entrée de l'Appareil sans fil

Tableau 71 – Tables de transitions d'états du module de traitement des données de processus d'entrée de l'Appareil sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Inactive_0	Attente de l'activation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil par l'intermédiaire de PD_Conf_ACTIVE (voir Tableau 67, Transition T1).
PDInWait_1	Attente de DL_PDInputUpdate de la part de l'application.
PDInActive_2	Module de traitement actif et attente de UpLinkAck_ind_PD.
Handle_PDIn_3	Gère PDIn-Data. La transmission de PDIn-Data utilise le mécanisme de transfert de données segmentées (voir 7.7.2 "Transmission de données segmentées" (PD, EV, ISDU). Pour le traitement des nouvelles tentatives, voir 7.7.3 "Traitement des nouvelles tentatives".

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	0	Pas de données de processus (PDIn) à envoyer, invoque PDInMsg.req (SendWMessage = NO).
T2	0	1	*Le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil active le module de traitement de données de processus au moyen de PD_Conf_ACTIVE.*
T3	1	1	Pas de données de processus (PDIn) à envoyer, invoque PDInMsg.req (SendWMessage = NO).
T4	1	2	Prépare les données de processus d'entrée pour PDInMsg.req à la demande suivante du module de traitement des messages. Démarre le temporisateur "WMasterCycleTimeIn".
T5	2	3	*Le module de traitement des messages demande PDIn-Data.* Invoque PDInMsg.req pour délivrer des données de processus d'entrée au module de traitement des messages PDInMsg.req(SendWMessage, Data, Length, FlowCtrl).
T6	3	2	—
T7	3	1	*La dernière transmission PDIn (dernier segment) est terminée et acquittée.* Invoque DL_PDInputUpdate.cnf.
T8	2	0	*Le module de traitement de mode DL désactive le module de traitement de données de processus au moyen de PD_Conf_INACTIVE.*
T9	1	2	Invoque PDInMsg.req(PDIN_INVALID) pour générer "Process Data In Invalid" dans l'octet de contrôle de liaison montante.
T10	1	0	*Le module de traitement de mode DL désactive le module de traitement de données de processus au moyen de PD_Conf_INACTIVE.*
T11	2	2	Invoque DL_PDInputUpdate.cnf(STATE_CONFLICT)
T12	3	3	Invoque DL_PDInputUpdate.cnf(STATE_CONFLICT)
T13	0	0	Invoque DL_PDInputUpdate.cnf(NO_COMM).
T14	1	1	Invoque DL_PDCycle.ind.
T15	2	2	Attente d'un nouveau WMasterCycleTimeIn

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.4 Module de traitement des unités de données de service indexées (ISDU)

7.4.1 Généralités

La structure générale d'une ISDU est représentée à la Figure 38 et décrite de manière détaillée dans l'IEC 61131-9:2022, Article A.5.

L'ISDU permet d'accéder à des objets de données (paramètres et commandes système) à transmettre.

Les objets de données doivent être adressés par l'élément "Index".

7.4.2 Diagramme d'états du module de traitement des ISDU du Maître sans fil

La Figure 58 représente le diagramme d'états du module de traitement des ISDU du Maître sans fil. Le Tableau 72 spécifie les tables de transitions d'états du module de traitement des ISDU du Maître sans fil.

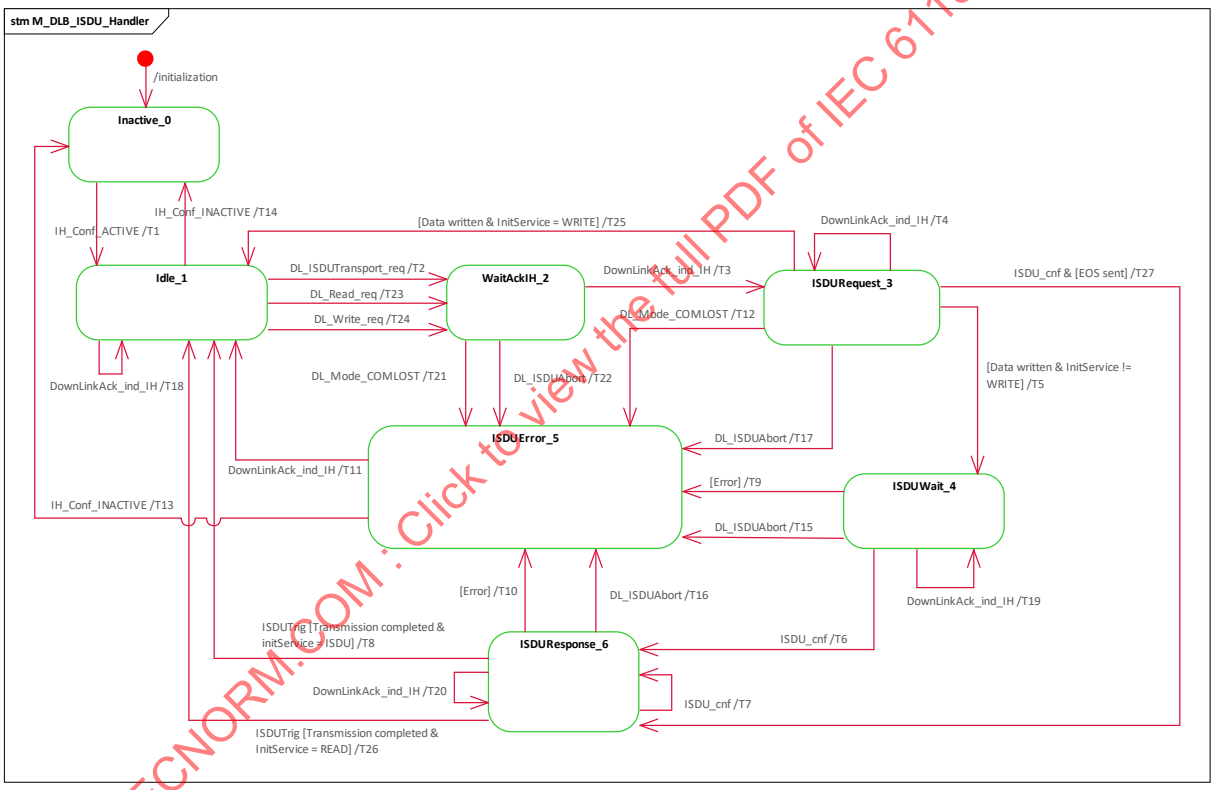


Figure 58 – Diagramme d'états du module de traitement des ISDU du Maître sans fil

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 72 – Tables de transitions d'états du module de traitement des ISDU du Maître sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Inactive_0	Attente d'activation
Idle_1	Attente de transmission des données ISDU suivantes. Les services DL_Read et DL_Write sont mappés avec DL_ISDU_Transport.
WaitAckIH_2	Attente de DownLinkAck_IH
ISDURequest_3	Transmission des données de demande d'ISDU. La transmission des données ISDU utilise le mécanisme de transfert de données segmentées (voir 7.7.2). Pour le traitement des nouvelles tentatives, voir 7.7.3.
ISDUWait_4	Attente de réponse de l'Appareil sans fil. Respect de ISDUTime
ISDUError_5	Traitement des erreurs après détection: invoque la réponse DL_ISDU_Transport négative avec ISDUTransportErrorInfo
ISDUResponse_6	Obtention des données de réponse de l'Appareil sans fil. La transmission des données ISDU utilise le mécanisme de transfert de données segmentées (voir 7.7.2). En cas de FC = START ou 0x0B…0x18, toute donnée incomplète reçue précédemment doit être ignorée. Pour le traitement des nouvelles tentatives, voir 7.7.3.

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	—
T2	1	2	Définit InitService sur ISDU. Dans le cas d'un Appareil sans fil basse consommation: invoque MCmd.req(FullDLink) et attend un Acquittement positif du module de traitement des commandes pour basculer un Appareil sans fil basse consommation sur une liaison descendante complète.
T3	2	3	S'il reste suffisamment d'espace dans la liaison descendante, invoque ISDUMsg.req (SendWMessage = YES, Slot_N, Length, Data, FlowCtrl = START).
T4	2	2	S'il reste suffisamment d'espace dans la liaison descendante, invoque ISDUMsg.req avec FlowCTRL dans les conditions du Tableau 79 (FlowCTRL/CO de liaison descendante) ISDUMsg.req(SendWMessage = YES, Slot_N, Length, Data, FlowCtrl). Après l'envoi de toutes les données, invoque ISDUMsg.req avec EOS (sans données) ISDUMsg.req(SendWMessage = YES, Slot_N, EOS) (voir 7.7.2).
T5	2	3	Démarre le temporisateur (ISDUTime)
T6	3	5	Arrête le temporisateur (ISDUTime)
T7	6	6	Reçoit les données de réponse de l'ISDU par l'intermédiaire de ISDUMsg.cnf
T8	6	1	Invoque une confirmation positive de DL_ISDUTransport lorsque le dernier segment (EOS) a été reçu (voir 7.7.2 "Transmission de données segmentées") Dans le cas d'un Appareil sans fil basse consommation: Invoque MCmd.req(PreDLink) pour basculer l'Appareil sans fil basse consommation sur une préliaison descendante
T9	3	4	—
T10	5	4	—

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T11	4	1	*Lors de la réception de DownLinkAck_ind_IH, invoque ISDUMsg.req avec abandon des ISDU:* ISDUMsg.req (flowCtrl = ABORT). Si InitService = ISDU, invoque la confirmation négative DL_ISDUTransport Si InitService = READ, invoque la confirmation négative DL_Read Invoque la confirmation négative DL_ISDUTransport Dans le cas d'un Appareil sans fil basse consommation: Invoque MCmd.req(PreDLink) pour basculer l'Appareil sans fil basse consommation sur une préliaison descendante
T12	2	4	—
T13	4	1	*En cas de perte de communication, le module de traitement des messages informe le module de traitement de mode DL qui, à son tour, utilise l'invocation réglementaire IH_Conf_INACTIVE. Aucune action n'est exigée au cours de cette transition.*
T14	1	0	—
T15	3	4	—
T16	5	4	—
T17	2	4	—
T18	1	1	*Aucune donnée ISDU à envoyer.* Invoque ISDUMsg.req(SendWMessage = NO).
T19	4	4	*Aucune donnée ISDU à envoyer.* Invoque ISDUMsg.req(SendWMessage = NO).
T20	6	6	*Aucune donnée ISDU à envoyer.* Invoque ISDUMsg.req(SendWMessage = NO).
T21	2	5	—
T22	2	5	—
T23	1	2	Définit InitService sur READ Dans le cas d'un Appareil sans fil basse consommation: invoque MCmd.req(FullDLink) et attend un Acquittement positif du module de traitement des commandes pour basculer un Appareil sans fil basse consommation sur une liaison descendante complète
T24	1	2	Définit InitService sur WRITE Dans le cas d'un Appareil sans fil basse consommation: invoque MCmd.req(FullDLink) et attend un Acquittement positif du module de traitement des commandes pour basculer un Appareil sans fil basse consommation sur une liaison descendante complète
T25	3	1	Retourne DL_Write.cnf
T26	6	1	Renvoie une confirmation positive de DL_Read lorsque le dernier segment (EOS) a été reçu (voir 7.7.2) Dans le cas d'un Appareil sans fil basse consommation: invoque MCmd.req(PreDLink) pour basculer l'Appareil sans fil basse consommation sur une préliaison descendante
T27	3	6	—

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
Données écrites	Service	Le dernier segment (EOS) a été reçu et acquitté
ISDUTime	Temps	Mesure du temps de réponse de l'Appareil sans fil (temps d'acquittement de l'ISDU, voir IEC 61131-9).
Erreur	Variable	Toute erreur détectable dans la transmission des ISDU ou demandes DL_ISDUAbort, ou toute violation du délai d'acquittement des ISDU
InitService	Protection	Variable d'enregistrement de la demande de service DL_ISDUTransport.req = ISDU DL_Read.req = READ DL_Write.req = WRITE
Fin de service (EOS) envoyée	Protection	Au moins une EOS est envoyée, mais aucun acquittement n'est reçu

7.4.3 Diagramme d'états du module de traitement des ISDU de l'Appareil sans fil

La Figure 59 représente le diagramme d'états du module de traitement des ISDU de l'Appareil sans fil. Le Tableau 73 spécifie les tables de transitions d'états du module de traitement des ISDU de l'Appareil sans fil.

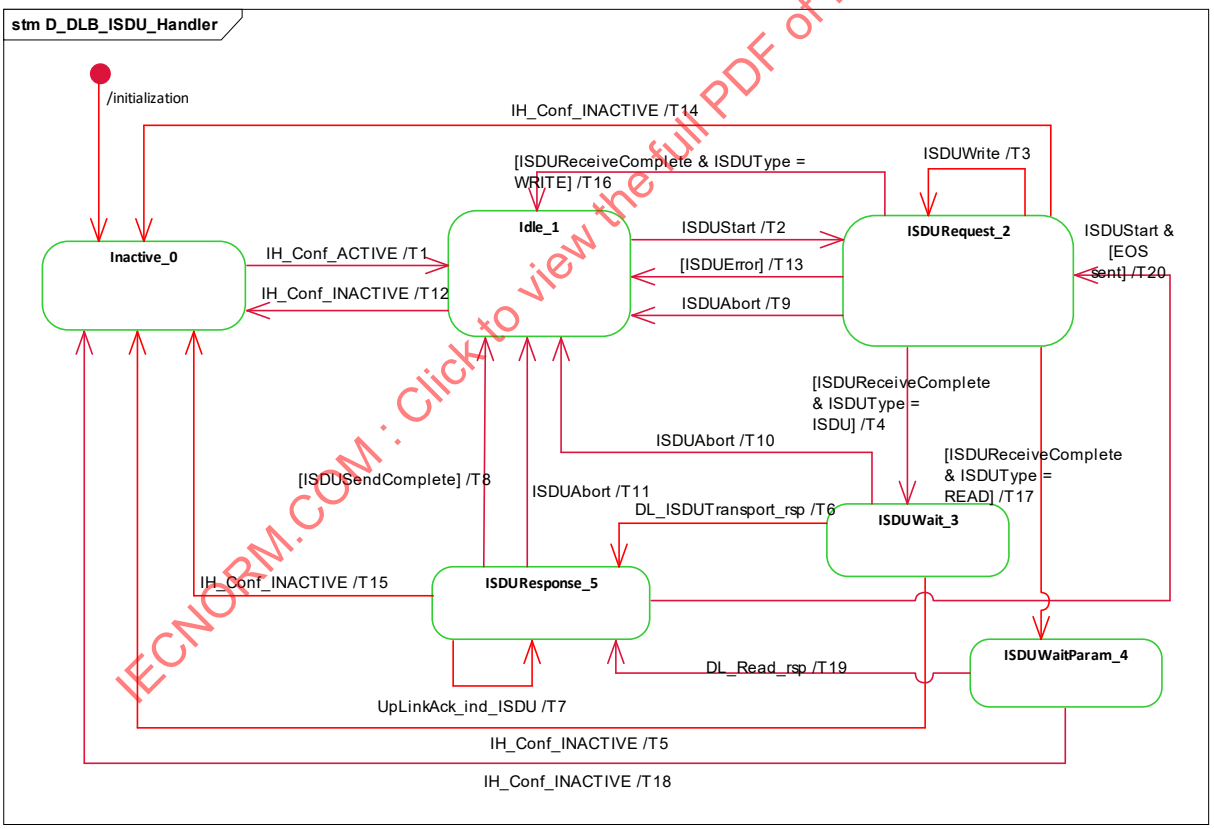


Figure 59 – Diagramme d'états du module de traitement des ISDU de l'Appareil sans fil

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 73 – Tables de transitions d'états du module de traitement des ISDU de l'Appareil sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Inactive_0	Attente de l'activation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil par l'intermédiaire de IH_Conf_ACTIVE (voir Tableau 67, Transition T2).
Idle_1	Attente de transmission des ISDU suivantes
ISDURequest_2	Réception de demande d'ISDU. La transmission de données ISDU utilise le mécanisme de transfert de données segmentées (voir "Transmission de données segmentées (PD, EV, ISDU)"). Pour le traitement des nouvelles tentatives, voir 7.7.3 "Traitement des nouvelles tentatives".
ISDUWait_3	Attente de données à transmettre en provenance de la couche d'application (voir DL_ISDUTransport)
ISDUWaitParam_4	Attente de données à transmettre en provenance de la Gestion système (voir DL_Read)
ISDUResponse_5	Transmission des données de réponse d'ISDU par l'intermédiaire du module de traitement des messages. La transmission de données ISDU utilise le mécanisme de transfert de données segmentées (voir "Transmission de données segmentées (PD, EV, ISDU)"). Pour le traitement des nouvelles tentatives, voir 7.7.3 "Traitement des nouvelles tentatives".

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	Activation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil.
T2	1	2	Début de réception des données de demande d'ISDU.
T3	2	2	Réception des données de demande d'ISDU.
T4	2	3	Invoque DL_ISDUTransport.ind vers AL si le dernier segment (EOS sans données, voir 7.1.9) a été reçu.
T5	3	0	Désactivation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil.
T6	3	5	Réponse de l'AL.
T7	5	5	Le module de traitement des messages demande la réponse de l'ISDU. Invoque ISDUMsg.rsp(SendWMessage = YES, Data, Length, FlowCtrl) pour délivrer les données de réponse de l'ISDU au module de traitement des messages.
T8	5	1	-
T9	2	1	Invoque DL_ ISDUAbort
T10	3	1	Invoque DL_ ISDUAbort
T11	5	1	Invoque DL_ ISDUAbort
T12	1	0	Désactivation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil
T13	2	1	Signale une erreur ISDU
T14	2	0	Désactivation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil
T15	5	0	Désactivation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil
T16	2	1	Invoque DL_Write.ind vers la SM si le dernier segment (EOS sans données, voir 7.1.9) a été reçu (voir 7.1.13).
T17	2	4	Invoque DL_Read.ind vers le SM si le dernier segment (EOS sans données, voir 7.1.9) a été reçu (voir 7.1.12).
T18	4	0	Désactivation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil.
T19	4	5	Réponse de la SM.
T20	5	2	Voir T2.

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
ISDUStart	Service	ISDUMsg.ind(Data, Length, Start)
ISDUWrite	Service	ISDUMsg.ind(Data, Length, FlowCtrl)
ISDUReceiveComplete	Protection	Si ISDUMsg.ind(EOS) reçu
ISDURespStart	Service	DL_ISDUTransport.rsp(ValueList)
ISDUSendComplete	Protection	Si ISDUMsg.rsp(EOS) envoyé et acquitté
ISDUAbort	Service	ISDUMsg.ind(Abort)
ISDUError	Protection	Si la structure de l'ISDU est incorrecte
ISDUType	Protection	Cette variable doit être mise aux valeurs suivantes: WRITE (écriture de l'ISDU avec index du Tableau C.12); READ (lecture de l'ISDU avec index du Tableau C.12); ISDU (lecture ou écriture de l'ISDU et aucun index du Tableau C.12).
Fin de service (EOS) envoyée	Protection	Au moins une EOS est envoyée, mais aucun Acquittement n'est reçu.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.4.4 Structure générale et codage d'ISDU

Le codage des données ISDU (données et octet de service I) délivrées par le module de traitement des ISDU doit être mis en œuvre de la même manière que la SDCI, conformément à l'IEC 61131-9:2022, Article A.5, à l'exception de la définition du "Service I" réduit (quartet).

La présente spécification ne doit prendre en charge que la demande de lecture ou la demande d'écriture de Service I avec un index et un sous-index 16 bits, tel que défini dans le Tableau 74.

Tableau 74 – Définition du "Service I" réduit (quartet)

Service I (binaire)	Définition		Format des index
	Maître sans fil	Appareil sans fil	
0000	Réservé	Réservé	
0001	Réservé	Réservé	
0010	Réservé	Réservé	
0011	Demande d'écriture	Réservé	Index et sous-index sur 16 bits
0100	Réservé	Réponse d'écriture (-)	Aucun
0101	Réservé	Réponse d'écriture (+)	Aucun
0110	Réservé	Réservé	
0111	Réservé	Réservé	
1000	Réservé	Réservé	
1001	Réservé	Réservé	
1010	Réservé	Réservé	
1011	Demande de lecture	Réservé	Index et sous-index sur 16 bits
1100	Réservé	Réponse de lecture (-)	Aucun
1101	Réservé	Réponse de lecture (+)	Aucun
1110	Réservé	Réservé	
1111	Réservé	Réservé	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.5 Module de traitement des commandes

7.5.1 Généralités

Le module de traitement des commandes traduit les demandes de modification du mode de l'Appareil sans fil provenant de la Gestion système du Maître sans fil en commandes MasterCommand correspondantes.

7.5.2 Diagramme d'états du module de traitement des commandes du Maître sans fil

La Figure 60 spécifie le diagramme d'états du module de traitement des commandes du Maître sans fil. Le Tableau 75 spécifie les tables de transitions d'états du module de traitement des commandes du Maître sans fil.

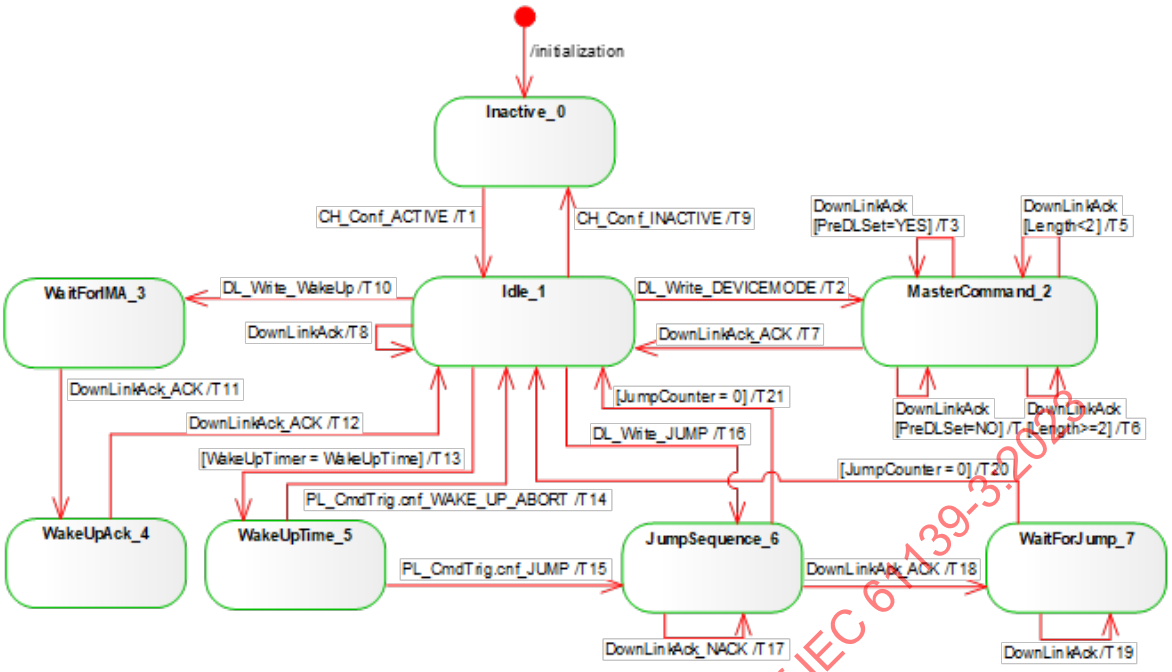


Figure 60 – Diagramme d'états du module de traitement des commandes du Maître sans fil

Tableau 75 – Tables de transitions d'états du module de traitement des commandes du Maître sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Inactive_0	Attente d'activation par le module de traitement de mode DL du Maître sans fil par l'intermédiaire de CH_Conf_ACTIVE (voir Tableau 66 "Tables de transitions d'états du module de traitement de mode DL du Maître sans fil").
Idle_1	Attente de nouvelle commande de la SM: DL_SetMode (changement de mode de l'Appareil sans fil, par exemple sur OPERATE) ou attente de la primitive de service DownLinkAck.
MasterCommand_2	Préparation de données pour la primitive de service MCmd.req. Attente de la demande du service DownLinkAck
WaitForIMA_3	Attente de l'Appareil sans fil basse consommation pour réveiller et transmettre un message IMA
WakeUpAck_4	Attente d'Acquittement sur WakeUp MasterCommand
WakeUpTime_5	Vérifie si l'Appareil sans fil basse consommation est réactivé
JumpSequence_6	Séquence de saut démarrée, en attente d'un acquittement
WaitForJump_7	Compte à rebours jusqu'à la fin de la séquence de saut

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

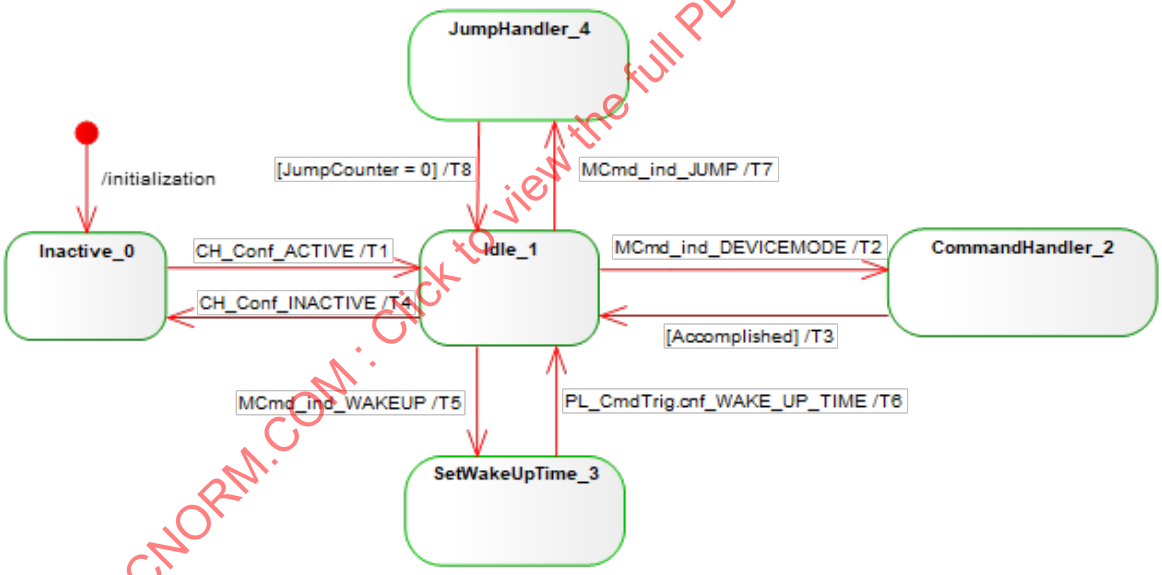
TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	Activation par le module de traitement de mode DL. Invoque MCmd.req(SendWMessage=YES, Broadcast=NO, STARTUP, FullDLink).
T2	1	1	Le service DL_Write(DEVICEMODE) se traduit en: INACTIVE: MCmd.req (MasterCommand = 0x5C); STARTUP: MCmd.req (MasterCommand = 0x97); PREOPERATE: MCmd.req (MasterCommand = 0x9A); OPERATE: MCmd.req (MasterCommand = 0x99). Pour d'autres définitions de commandes MasterCommand, voir Tableau C.2.
T3	2	2	Préliaison descendante déjà utilisée, invoque MCmd.req(SendWMessage=NO).
T4	2	2	Invoque MCmd.req(SendWMessage=YES, Slot_N, MasterCommand, PreDLink) pour envoyer MasterCommand dans la préliaison descendante.
T5	2	2	Il ne reste pas suffisamment d'espace dans la liaison descendante complète, invoque MCmd.req(SendWMessage=NO).
T6	2	2	Invoque MCmd.req(SendWMessage=YES, Slot_N, MasterCommand, FullDLink) pour envoyer MasterCommand dans la liaison descendante complète.
T7	2	1	Invoque MCmd.req(SendWMessage=NO). Invoque une confirmation DL_Write positive dans le cas de: MasterCommand = 0x5C (Inactive); MasterCommand = 0x5F (UnPairing); MasterCommand = 0x96 (DeviceIdent); MasterCommand = 0x97 (DeviceStartup); MasterCommand = 0x99 (DeviceOperate); MasterCommand = 0x9A (DevicePreoper).
T8	1	1	Aucune MasterCommand à envoyer, invoque MCmd.req(SendWMessage=NO).
T9	1	0	Désactivation par le module de traitement de mode DL.
T10	1	3	—
T11	3	4	Invoque MCmd.req(SendWMessage=YES, Broadcast=NO, WakeUp, PreDLink).
T12	4	1	Définit WakeUpTimer = 0 Invoque PL_CmdTrig.req(WAKE_UP_TIME)
T13	4	5	Si un Appareil sans fil basse consommation est réactivé, invoque PL_CmdTrig.req(W_DEVICE_AWAKE) Sinon invoque PL_CmdTrig.req(W_DEVICE_NOT_AWAKE)
T14	5	1	Un Appareil sans fil basse consommation n'a pas été réactivé, la mise à jour est annulée.
T15	5	6	JumpCounter = MaxJump Invoque MCmd.req(SendWMessage=YES, Broadcast=YES, JUMP, PreDLink)
T16	1	6	JumpCounter = MaxJump Invoque MCmd.req(SendWMessage=YES, Broadcast=YES, JUMP, PreDLink)
T17	6	6	L'Appareil sans fil n'a pas envoyé d'Acquittement, réduit JumpCounter de 1. Invoque MCmd.req(SendWMessage=YES, Broadcast=YES, JUMP, PreDLink)
T18	6	7	Réduit JumpCounter de 1
T19	7	7	Réduit JumpCounter de 1
T20	7	1	Invoque PL_CmdTrig.req(JUMP)
T21	6	1	Invoque PL_CmdTrig.req(JUMP_FAIL)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
DEVICEMODE	Étiquette	Toutes les définitions de MasterCommand: INACTIVE, STARTUP, PREOPERATE ou OPERATE Pour la SDCI sans fil, des définitions supplémentaires de MasterCommand sont disponibles (voir Tableau C.2)
WakeUpTimer	Variable	Cette variable est un compteur de WakeUpTime
WakeUpTime	Variable	Cette variable est l'heure de réactivation de l'Appareil sans fil basse consommation
JumpCounter	Variable	Cette variable est un compte à rebours pour le basculement sur une nouvelle table de saut
MaxJump	Constante	Nombre maximal de nouvelles tentatives de saut, MaxJump = 0xE

7.5.3 Diagramme d'états du module de traitement des commandes de l'Appareil sans fil

La Figure 61 représente le diagramme d'états du module de traitement des commandes de l'Appareil sans fil. Il est piloté par des commandes MasterCommand en provenance du module de traitement des commandes du Maître pour contrôler les modes de l'Appareil sans fil. Le Tableau 76 spécifie les tables de transitions d'états du module de traitement des commandes de l'Appareil sans fil.



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 61 – Diagramme d'états du module de traitement des commandes de l'Appareil sans fil

Tableau 76 – Tables de transitions d'états du module de traitement des commandes de l'Appareil sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Inactive_0	Attente d'activation
Idle_1	Attente de la MasterCommand suivante
Command_Handler_2	Décompose la MasterCommand et invoque des actions spécifiques: si MasterCommand = 0x5C, passage de l'Appareil sans fil à l'état INACTIVE; si MasterCommand = 0x97, passage de l'Appareil sans fil à l'état STARTUP; si MasterCommand = 0x9A, passage de l'Appareil sans fil à l'état PREOPERATE; si MasterCommand = 0x99, passage de l'Appareil sans fil à l'état OPERATE. Pour la liste complète de MasterCommand, voir Tableau C.2.
SetWakeUpTime_3	Attend que la valeur WakeUpTime soit définie dans la SM.
JumpHandler_4	Compte à rebours jusqu'à la fin de la séquence de saut.

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	Activation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil par l'intermédiaire de CH_Conf_ACTIVE.
T2	1	2	MasterCommand reçue. Invoque DL_Write.ind(0x0000, 0x01, MCmd)
T3	2	1	La modification de l'état de l'Appareil sans fil est effectuée
T4	1	0	Désactivation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil par l'intermédiaire de CH_Conf_INACTIVE.
T5	1	3	Définit WakeUpTimer = 0, incrémente de 1 chaque Sous-cycle sans fil. Invoque PL_CmdTrig.req(WAKE_UP_TIME)
T6	3	1	Définit la valeur WakeUpTime donnée par la PL
T7	1	4	Définit JumpCounter = 4 derniers bits de JUMP MCmd
T8	4	1	Invoque PL_CmdTrig.req(JUMP)

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
DEVICEMODE	Étiquette	Toutes les définitions de MasterCommand: INACTIVE, STARTUP, PREOPERATE ou OPERATE Pour la SDCI sans fil, des définitions supplémentaires de MasterCommand sont disponibles (voir Tableau C.2 "MasterCommand")
WakeUpTimer	Variable	Cette variable est un compteur de WakeUpTime
WakeUpTime	Variable	Cette variable est l'heure de réactivation de l'Appareil sans fil basse consommation
JumpCounter	Variable	Cette variable est un compte à rebours pour le basculement sur une nouvelle table de saut

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.6 Module de traitement d'Événements

7.6.1 Généralités

Un Événement transfère un état ou une information d'erreur.

La demande d'Événement est envoyée de l'Appareil sans fil au Maître sans fil. Elle est ensuite traitée par le Maître sans fil et une confirmation d'Événement est renvoyée à l'Appareil sans fil. Les Événements sont traités un par un, de sorte que les autres demandes d'Événement sont ignorées jusqu'à ce que l'Événement en cours ait été traité et confirmé.

La structure générale et le codage des Événements sont définis dans l'IEC 61131-9:2022, Article A.6.

Les codes d'événements (EventCodes) sont spécifiés à l'Annexe D.

7.6.2 Diagramme d'états du module de traitement d'Événements du Maître sans fil

La Figure 62 spécifie le diagramme d'états du module de traitement d'Événements du Maître sans fil. Le Tableau 77 spécifie les tables de transitions d'états de la DL du module de traitement d'Événements du Maître sans fil. La Figure 63 spécifie le diagramme séquentiel: ordonnancement d'événements uniques.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

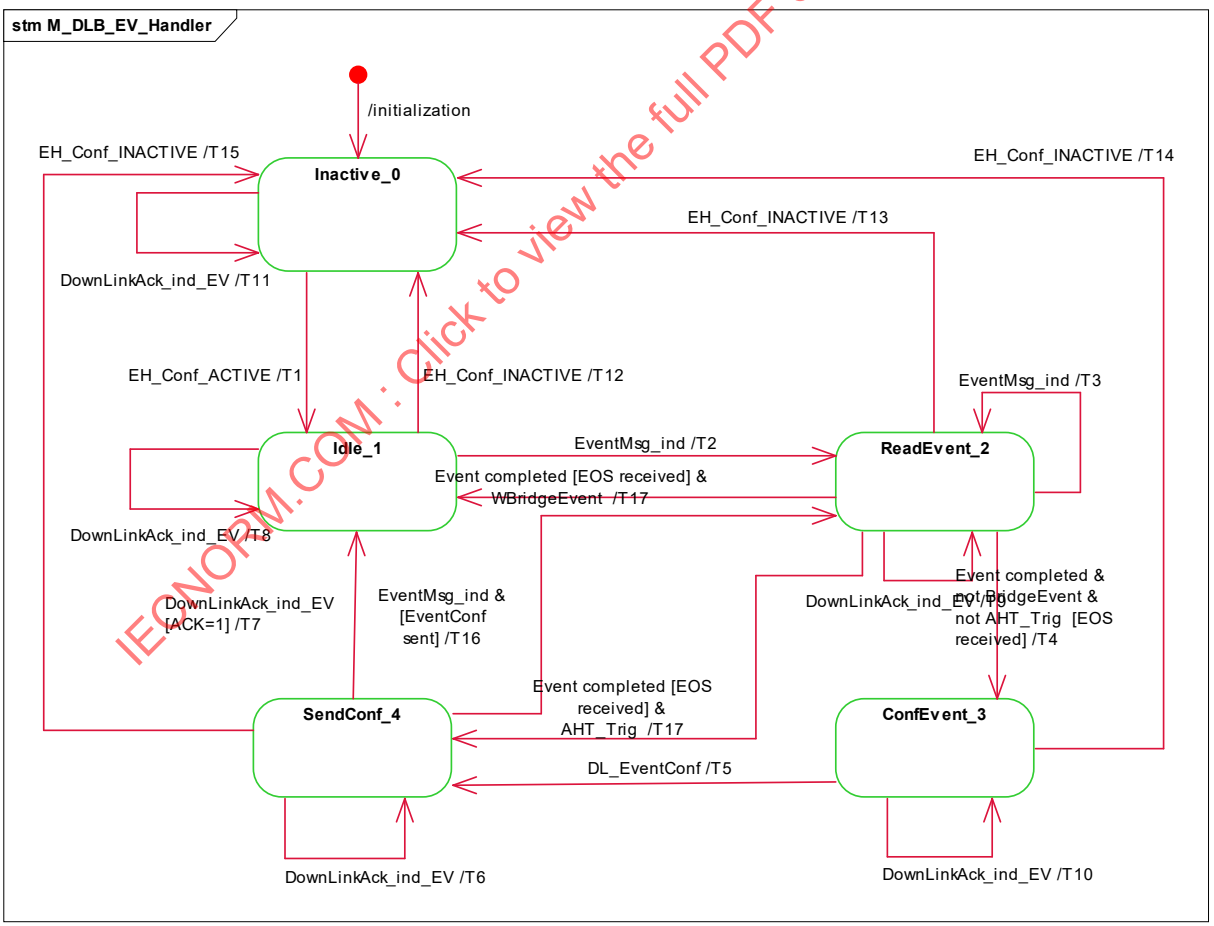


Figure 62 – Diagramme d'états du module de traitement d'Événements du Maître sans fil

Tableau 77 – Tables de transitions d'états du module de traitement d'Événements du Maître sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Inactive_0	Attente d'activation
Idle_1	Attente de l'indication d'Événement suivante.
ReadEvent_2	Obtient les données d'Événements de l'Appareil sans fil au moyen du service d'indication d'Événement. La transmission des données EV utilise le mécanisme de transfert de données segmentées (voir 7.7.2). De plus, en cas de FC = 0x0D (données d'événements complètes de 3 octets), toute donnée incomplète reçue précédemment doit être ignorée. Pour le traitement des nouvelles tentatives, voir 7.7.3
ConfEvent_3	Attente de confirmation d'Événement au moyen du service DL_Event.rsp depuis l'AL du Maître sans fil.
SendConf_4	Attend DownLinkAck_ind_EV Pour le traitement des nouvelles tentatives, voir 7.7.3

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	—
T2	1	2	Obtient l'octet de StatusCode de l'Événement de la part du service EventMsg.ind
T3	2	2	Obtient les données segmentées de EventMsg.ind
T4	2	3	Après que le dernier segment (aucune donnée et EOS) a été reçu (voir 7.7.2 "Transmission de données segmentées"), invoque l'indication DL_Event vers l'AL du Maître
T5	3	4	—
T6	4	4	S'il reste suffisamment d'espace dans la liaison descendante, invoque EventMsg.rsp(SendWMessage = YES, Slot_N) pour délivrer la confirmation d'Événement au module de traitement des messages.
T7	4	1	—
T8	1	1	Aucune confirmation d'Événement à envoyer, invoque EventMsg.rsp(SendWMessage = NO).
T9	2	2	Aucune confirmation d'Événement à envoyer, invoque EventMsg.rsp(SendWMessage = NO).
T10	3	3	Aucune confirmation d'Événement à envoyer, invoque EventMsg.rsp(SendWMessage = NO).
T11	0	0	Aucune confirmation d'Événement à envoyer, invoque EventMsg.rsp(SendWMessage = NO).
T12	1	0	—
T13	2	0	—
T14	3	0	—
T15	4	0	—
T16	4	2	Voir T2.
T17	2	1	Après que le dernier segment (aucune donnée et EOS) a été reçu (voir paragraphe 7.7.1 "Transmission de données segmentées"), invoque DL_Mode.ind(COMLOST)
T18	2	4	Déclenche l'AHT par l'intermédiaire de UpdateDecision à des fins d'essai (voir Tableau 117).

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
EventConf envoyé	Protection	Au moins une confirmation d'Événement est envoyée, mais aucun Acquittement n'est reçu
WBridgeEvent	Protection	Lors de la réception de l'Événement 0x1800, 0xFF21 ou 0xFF22

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

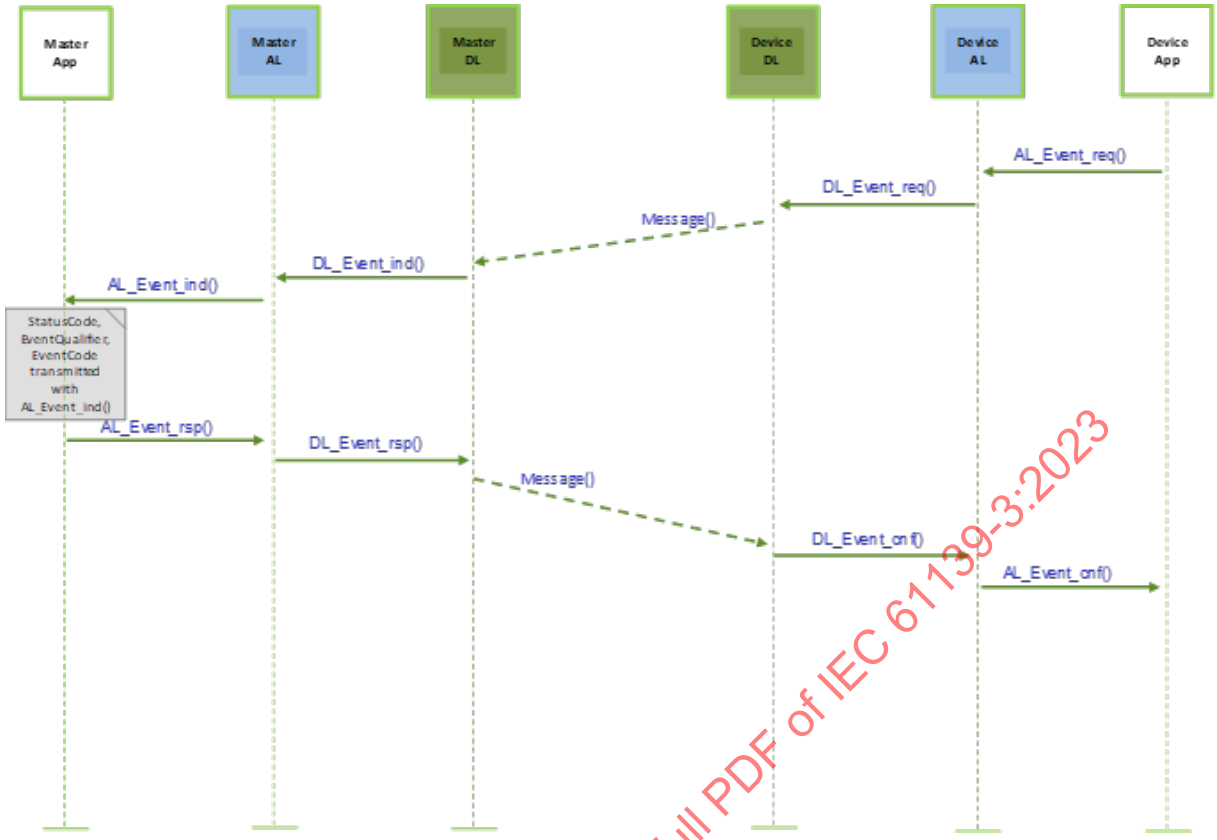


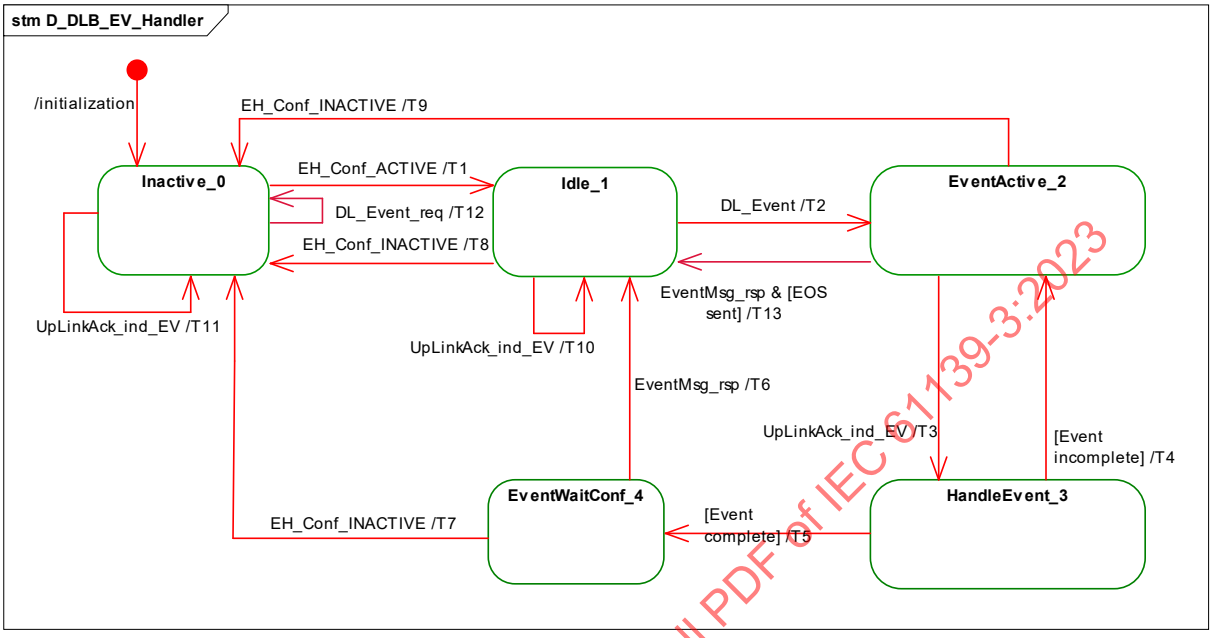
Figure 63 – Diagramme séquentiel: ordonnancement d'Événements uniques

Anglais	Français
Master App	App Maître
AL_Event_req()	AL_Event_req()
DL_Event_req()	DL_Event_req()
Massage()	Massage()
DL_Event_ind()	DL_Event_ind()
AL_Event_ind()	AL_Event_ind()
Status Code, Event Qualifier, Event Code transmitted with AL_Event_ind()	StatusCode, EventQualifier, EventCode transmis avec AL_Event_ind()
Master AL	AL Maître
Master DL	DL Maître
Device DL	DL Appareil
Device AL	AL Appareil
Device App	App Appareil
AL_Event_rsp()	AL_Event_rsp()
DL_Event_rsp()	DL_Event_rsp()
DL_Event_cnf()	DL_Event_cnf()
AL_Event_cnf()	AL_Event_cnf()

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.6.3 Diagramme d'états du module de traitement d'Événements de l'Appareil sans fil

La Figure 64 représente le diagramme d'états du module de traitement d'Événements de l'Appareil sans fil. Le Tableau 78 spécifie les tables de transitions d'états du module de traitement d'Événements de l'Appareil sans fil.



Anglais	Français
[Event incomplete]	[Événement incomplet]
[Event complete]	[Événement complet]

Figure 64 – Diagramme d'états du module de traitement d'Événements de l'Appareil sans fil

Tableau 78 – Tables de transitions d'états du module de traitement d'Événements de l'Appareil sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Inactive_0	Attente d'activation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil par l'intermédiaire de EH_Conf_ACTIVE (voir Tableau 67, Transition T1).
Idle_1	Attente de l'Événement indiqué par DL_Event en provenance de l'application.
EventActive_2	Module de traitement actif et attente de UpLinkAck_ind_EV.
HandleEvent_3	Gère les données EV. La transmission des données EV utilise le mécanisme de transfert de données segmentées et de traitement des nouvelles tentatives (voir 7.7).
EventWaitConf_4	Attente de confirmation d'Événement reçue du Maître sans fil.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	Activation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil par l'intermédiaire de EH_Conf_ACTIVE.
T2	1	2	Le service DL_Event en provenance de l'AL indique l'occurrence d'un Événement.
T3	2	3	Le module de traitement des messages demande des données EV par l'intermédiaire de UpLinkAck_ind_EV. Invoque EventMsg.req(SendWMessage = YES, Data, Length, FlowCtrl) pour délivrer les données d'Événements au module de traitement des messages.
T4	3	2	-
T5	3	4	La dernière transmission EV est terminée (EOS sans données) et acquittée par le Maître sans fil (voir 7.7.2).
T6	4	1	Confirmation d'Événement reçue de la part du Maître sans fil. Invoque DL_Event.cnf
T7	4	0	Désactivation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil par l'intermédiaire de EH_Conf_INACTIVE. Invoque DL_Event.cnf(ErrorInfo = NO_COMM)
T8	1	0	Désactivation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil par l'intermédiaire de EH_Conf_INACTIVE.
T9	2	0	Désactivation par le module de traitement de mode DL de l'Appareil sans fil par l'intermédiaire de EH_Conf_INACTIVE. Invoque DL_Event.cnf(ErrorInfo = NO_COMM)
T10	1	1	Aucun Événement à envoyer, invoque EventMsg.req(SendWMessage = NO)
T11	0	0	Aucun Événement à envoyer, invoque EventMsg.req(SendWMessage = NO)
T12	0	0	Invoque DL_Event.cnf(ErrorInfo = STATE_CONFLICT)
T13	2	1	Voir T6

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
Événement complet	Bool	EOS sans données envoyées et acquittées
Événement incomplet	Bool	Données pas complètement envoyées
Fin de service (EOS) envoyée	Protection	Au moins une EOS est envoyée, mais aucun Acquittement n'est reçu

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

7.7 Transmission de données segmentées et traitement des nouvelles tentatives

7.7.1 Généralités

Les données qui ne peuvent pas être envoyées dans un message sont à transmettre au sein d'un certain nombre de segments. Pour obtenir un mécanisme approprié, en particulier en combinaison avec d'éventuelles retransmissions, chaque module de traitement DL-B (module de traitement de données de processus, module de traitement des ISDU et module de traitement d'Événements) doit générer son propre Contrôle de flux en tenant compte de l'Acquittement du dernier Message sans fil envoyé.

7.7.2 Transmission de données segmentées

La transmission de données segmentées est possible pour les données de processus (par exemple, pour la distribution des données de processus au sein d'un Cycle sans fil, voir Figure 54).

Les octets de contrôle de liaison montante et de liaison descendante contiennent un compteur (=FlowControl). FlowControl contrôle le flux de données segmentées en comptabilisant les séquences nécessaires à la transmission des données segmentées (voir Tableau 79).

- Un segment commence par FlowControl = START.
- Tous les segments suivants utilisent FlowControl = COUNT pour numéroter chaque segment de données. En cas de nouvelle tentative pendant le décompte COUNT, prendre en compte les exigences en 7.7.3.
- La transmission du dernier segment diffère entre les données de processus et les données d'Événements ou ISDU:

  a) dernier segment pour les données de processus de sortie (transmises par l'intermédiaire d'une liaison descendante):
  Pour indiquer une transmission complète des données vers un Appareil sans fin, définir immédiatement FlowControl = EOS;

  b) dernier segment pour les données de processus d'entrée (transmises par l'intermédiaire d'une liaison montante):
  Pour indiquer une transmission complète des données au Maître sans fil, définir FlowControl = PDataLength (voir Tableau 79, colonne Données de processus d'entrée);

  c) dernier segment pour les données d'Événements et ISDU acycliques (transmises par l'intermédiaire d'une liaison descendante ou d'une liaison montante):
  Pour indiquer une transmission complète des données, le module de traitement d'Événements ou le module de traitement des ISDU doit envoyer un Message sans fil séparé avec FlowControl = EOS et sans données pour assurer la cohérence des données en raison des retransmissions.

NOTE 1 Une MasterCommand ainsi qu'un Acquittement d'Événement n'ont pas besoin d'être segmentés, car ces Messages sans fil sont transmis sans données (voir Tableau 46).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 79 – Contrôle de flux pour les données segmentées

<table>
<tr><th colspan="4">FlowControl (FC)</th></tr>
<tr><th>FlowControl (FC)</th><th colspan="3">Définition</th></tr>
<tr><td>0x00 à 0x07</td><td colspan="3">COUNT
Compteur au sein d’un segment de données. S’incrémente à partir de 1 après un DÉMARRAGE. Repasse de 7 à 0 en cas de débordement.</td></tr>
<tr><td>0x08</td><td colspan="3">START
Début d’un segment, c’est-à-dire début d’une demande ou d’une réponse ISDU. Pour le début d’une demande, tout service précédemment incomplet peut être rejeté.</td></tr>
<tr><td>0x09</td><td colspan="3">EOS
La fin de segment indique une transmission terminée. (Événement ou ISDU: EOS séparée dans la liaison descendante suivante)</td></tr>
<tr><td>0x0A</td><td colspan="3">ABORT
Abandon de l’ensemble du service. Le Maître sans fil répond en rejetant les données de réponse reçues.
L’Appareil sans fil répond en rejetant les données de demande reçues et peut générer un abandon.</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">Définition pour l’octet de contrôle de liaison descendante
Voir Note 2</td><td colspan="2">Définition pour l’octet de contrôle de liaison montante
Voir Note 3</td></tr>
<tr><td>Données de processus d’entrée
(transmission de données terminée)</td><td>Données d’Événements ou ISDU
(EOS séparée dans la liaison montante suivante)</td></tr>
<tr><td>0x0B</td><td>Non utilisé</td><td>PDataLength = 1 octet</td><td>DataLength = 1 octet</td></tr>
<tr><td>0x0C…0x17</td><td>Non utilisé</td><td>PDataLength = 2…13 octets</td><td>DataLength = 2…13 octets</td></tr>
<tr><td>0x18</td><td>Non utilisé</td><td>PDataLength = 14 octets</td><td>DataLength = 14 octets</td></tr>
<tr><td>0x19 à 0x1F</td><td>Réservé</td><td>Réservé</td><td>Réservé</td></tr>
<tr><td colspan="4">NOTE 2 L’octet de contrôle de liaison descendante (voir Figure A.4) contient un champ séparé pour transmettre la longueur des données. Par conséquent, ces valeurs sont inutilisées.

NOTE 3 L’octet de contrôle de liaison montante (voir Figure A.4) est codé par un seul octet (surcharge système réduite). Par conséquent, la DataLength est codée dans le Contrôle de flux.</td></tr>
</table>

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Un exemple de transmission de données de liaison descendante est donné à l’Article A.6 "Exemples de transmissions de données de liaison descendante" et à l’Article A.7 "Exemples de transmission de données de liaison montante".

7.7.3 Traitement des nouvelles tentatives

7.7.3.1 Généralités

Pour une transmission de données appropriée, l’émetteur doit retransmettre son dernier Message sans fil, si le service DownLinkAck ou UpLinkAck a remis un Acquittement négatif (NACK ou message non reçu) au module de traitement correspondant (module de traitement de données de processus, d’Événements, de commandes ou des ISDU) (voir 5.6.2.9).

7.7.3.2 Traitement des nouvelles tentatives en cas de données non segmentées

Le module de traitement correspondant doit retransmettre son dernier Message sans fil, en fonction des données utiles restantes dans la liaison descendante ou la liaison montante (voir service en 6.4.4 et 6.4.5).

7.7.3.3 Traitement des nouvelles tentatives en cas de données segmentées / Contrôle de flux

Si l'"émetteur" ne reçoit pas d'ACK pour son dernier Message sans fil envoyé, il doit transférer NACK à la couche supérieure et renvoyer les dernières données et la valeur du dernier FlowCtrl.

Si le "destinataire" reçoit alors un nouveau FlowCtrl = dernier FlowCtrl, il doit rejeter le dernier segment de données reçu et utiliser à la place le nouveau segment de données reçu. Ce comportement est essentiel, car un Message sans fil avec un ACK peut être endommagé (par exemple, dans les ondes radio), ce qui conduit à un NACK côté destinataire.

NOTE L'émetteur ou le destinataire peut être un Maître sans fil ou un Appareil sans fil.

8 Couche d'application (AL)

8.1 Généralités

La Figure 98 donne une vue d'ensemble de la structure et des services de la couche d'application (AL) du Maître sans fil. La Figure 94 donne une vue d'ensemble de la structure et des services de la couche d'application (AL) de l'Appareil sans fil.

8.2 Services de la couche d'application

8.2.1 Généralités

Le présent paragraphe 8.2 définit les services de la couche d'application (AL) à fournir aux applications du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil et à la Gestion système par l'intermédiaire de ses interfaces externes. Le Tableau 80 énumère les affectations du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil quant à leur rôle d'initiateur ou de destinataire des services AL individuels. Des champs vides indiquent la non-disponibilité de ce service au niveau du Maître sans fil ou de l'Appareil sans fil.

Tableau 80 – Services AL au sein du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil

Désignation du service	Maître sans fil	Appareil
AL_Read	R	I
AL_Write	R	I
AL_Abort	R	I
AL_NewInput	I	
AL_GetInput	R	
AL_SetInput		R
AL_PDCycle	I	I
AL_GetOutput		R
AL_NewOutput		I
AL_SetOutput	R	
AL_Event	I	R
AL_Control	I, R	I, R
Légende (voir 3.3.5) Tous les services sont définis du point de vue de la couche concernée vers la couche au-dessus. I Initiateur d'un service (vers la couche au-dessus) R Destinataire (répondeur) d'un service (à partir de la couche au-dessus)		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

8.2.2 AL_Read (Maître sans fil et Appareil sans fil)

Le service AL_Read est utilisé pour lire des données ISDU en provenance d'un Appareil sans fil connecté à un Port sans fil spécifique. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 81.

Tableau 81 – AL_Read

Nom du paramètre	.req	.ind	.rsp	.cnf
Argument	O	O		
W-Port	O			
Index	O	O		
Subindex	O	O		
Result (+)			S	S(=)
W-Port				O
Data			O	O(=)
Result (-)			S	S(=)
W-Port				O
ErrorInfo			O	O(=)

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil pour les données ISDU à lire.

Index:

Ce paramètre indique l'adresse des objets de données ISDU à lire en provenance de l'Appareil sans fil. L'index 0 conjointement au sous-index 0 couvre l'ensemble du jeu de Paramètres directs de la page 1 ou, conjointement aux sous-index 1 à 16, il couvre les paramètres individuels.

L'index 1 conjointement au sous-index 0 couvre l'ensemble du jeu de Paramètres directs de la page 2 ou, conjointement aux sous-index 1 à 16, il couvre les paramètres individuels de l'adresse 16 à 31 (Pont sans fil).

Le sous-index 0 conjointement avec les index spécifiques à la SDCI sans fil traite du jeu complet de Paramètres sans fil (voir Paramètre sans fil pour le SDCI sans fil dans le Tableau C.3).

Valeurs admises: 0 à 65 535 (Figure C.2, paramètre par l'intermédiaire de l'ISDU).

Subindex:

Ce paramètre indique le numéro d'élément dans un objet structuré de données ISDU. Une valeur 0 indique l'ensemble du jeu d'éléments.

Valeurs admises: 0 à 255.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil des données ISDU demandées.

Data:

Ce paramètre contient les valeurs lues des données ISDU.

Type de paramètre: chaîne d'octets.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil des données ISDU demandées.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises: voir Article B.8 et IEC 61131-9:2022, Annexe C.

NOTE La couche AL met en correspondance les ErrorInfos de couche DL avec ses propres ErrorInfos en utilisant l'IEC 61131-9:2022, Annexe C.

8.2.3 AL_Write (Maître sans fil et Appareil sans fil)

Le service AL_Write est utilisé pour écrire des données ISDU dans l'Appareil sans fil connecté à un Port sans fil spécifique. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 82.

Tableau 82 – AL_Write

Nom du paramètre	.req	.ind	.rsp	.cnf
Argument	O	O		
W-Port	O			
Index	O	O		
Subindex	O	O		
Data	O	O(=)		
Result (+)			S	S(=)
W-Port				O
Result (-)			S	S(=)
W-Port				O
ErrorInfo			O	O(=)

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil pour les données ISDU à écrire.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Index:

Ce paramètre indique l'adresse des objets de données ISDU à écrire vers l'Appareil sans fil. Les index du Tableau C.12 renvoient toujours un résultat négatif.

L'index 1 conjointement au sous-index 0 couvre l'ensemble du jeu de Paramètres directs de la page 2 ou, conjointement aux sous-index 1 à 16, il couvre les paramètres individuels de l'adresse 16 à 31 (Pont sans fil) et renvoie toujours un résultat positif.

Valeurs admises: 0 à 65 535

Subindex:

Ce paramètre indique le numéro d'élément dans un objet structuré de données ISDU. Une valeur de 0 indique le jeu complet d'éléments (uniquement possible si tous les sous-index ont des droits d'accès en écriture).

Valeurs admises: 0 à 255

Data:

Ce paramètre contient les valeurs des données ISDU.

Type de paramètre: chaîne d'octets

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil des données ISDU.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil des données ISDU.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises: voir Article B.8 et IEC 61131-9.

8.2.4 AL_Abort (Maître sans fil et Appareil sans fil)

Le service AL_Abort est utilisé pour abandonner un service AL_Read ou AL_Write en cours sur un Port sans fil spécifique. L'invocation de ce service abandonne la réponse à un service AL_Read ou AL_Write en cours au niveau du Maître sans fil. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 83.

Tableau 83 – AL_Abort

Nom du paramètre	.req	.ind
Argument	O	O
W-Port	O	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil du service à abandonner.

8.2.5 AL_NewInput (Maître sans fil)

Le service local AL_NewInput indique la réception de données d'entrée mises à jour dans les données de processus d'un Appareil sans fil connecté à un Port sans fil spécifique. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 84.

Tableau 84 – AL_NewInput

Nom du paramètre	.ind
Argument	O
W-Port	O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

W-Port:

Ce paramètre spécifie le numéro de Port sans fil des données de processus reçues.

8.2.6 AL_GetInput (Maître sans fil)

Le service AL_GetInput lit les données d'entrée dans les données de processus fournies par la couche de liaison de données d'un Appareil sans fil connecté à un Port sans fil spécifique. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 85.

Tableau 85 – AL_GetInput

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
W-Port	O	
Result (+)		S
W-Port		O
InputData		O
Result (-)		S
W-Port		O
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

W-Port:

Ce paramètre spécifie le numéro de Port sans fil des données de processus reçues.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

W-Port:

Ce paramètre spécifie le numéro de Port sans fil des données de processus reçues.

InputData:

Ce paramètre contient les valeurs des données de processus d'entrée demandées du Port sans fil spécifié. Type de paramètre: chaîne d'octets

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil des données de processus.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur. Valeurs admises: NO_DATA (La DL n'a pas fourni de données de processus).

8.2.7 AL_SetInput (Appareil sans fil)

Le service local AL_SetInput met à jour les données d'entrée dans les données de processus d'un Appareil sans fil. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 86.

Tableau 86 – AL_SetInput

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
InputData	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

InputData:

Ce paramètre contient les valeurs de données de processus des données d'entrée à transmettre.

Type de paramètre: chaîne d'octets

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

NO_COMM (pas de communication disponible);

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant).

8.2.8 AL_PDCycle (Maître sans fil et Appareil sans fil)

Le service AL_PDCycle indique la fin d'une période WMasterCycleTime après chaque début de transmission de données de processus. L'application de l'Appareil sans fil peut utiliser ce service pour obtenir des périodes équidistantes de données de processus (voir Note 1) en éliminant la gigue due au traitement des nouvelles tentatives.

Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 87.

Tableau 87 – AL_PDCycle

Nom du paramètre	.ind
Argument	O
W-Port	C

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil des nouvelles données de processus reçues (Maître sans fil uniquement).

NOTE Pour réduire le plus possible la gigue causée par différentes qualités de transmission, en particulier avec des données segmentées (variations du nombre de nouvelles tentatives), PDCycle peut être utilisé pour obtenir un temps équidistant entre la réception du premier paquet de données et l'activation de PDCycle.

8.2.9 AL_GetOutput (Appareil sans fil)

Le service AL_GetOutput lit les données de sortie dans les données de processus fournies par la couche de liaison de données de l'Appareil sans fil. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 88.

Tableau 88 – AL_GetOutput

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
Result (+)		S
OutputData		O
Result (-)		S
ErrorInfo		O

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

OutputData:

Ce paramètre contient les valeurs de données de processus des données de sortie demandées.

Type de paramètre: chaîne d'octets.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

NO_DATA (La DL n'a pas fourni de données de processus).

8.2.10 AL_NewOutput (Appareil sans fil)

Le service local AL_NewOutput indique la réception de données de sortie mises à jour dans les données de processus d'un Appareil sans fil. Ce service n'a pas de paramètres. Les primitives de service sont présentées dans le Tableau 89.

Tableau 89 – AL_NewOutput

Nom du paramètre	.ind
<None>	

8.2.11 AL_SetOutput (Maître sans fil)

Le service local AL_SetOutput met à jour les données de sortie dans les données de processus d'un Maître sans fil. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 90.

Tableau 90 – AL_SetOutput

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
W-Port	O	
OutputData	O	
Result (+)		S
W-Port		O
Result (-)		S
W-Port		O
ErrorInfo		O

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil des données de processus à écrire.

OutputData:

Ce paramètre contient les données de sortie à écrire au Port sans fil spécifié.

Type de paramètre: chaîne d'octets

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil des données de processus.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil des données de processus.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

NO_COMM (pas de communication disponible);

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant).

8.2.12 AL_Event (Maître sans fil et Appareil sans fil)

Le service AL_Event indique un état ou message d'erreur en attente. L'origine d'un Événement peut être locale (Maître sans fil) ou distante (Appareil sans fil). L'Événement peut être déclenché par une couche de communication ou par une application. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 91.

Tableau 91 – AL_Event

Nom du paramètre	.req	.ind	.rsp	.cnf
Argument	O	O	O	
W-Port		O	O	
Instance	O	O		
Mode	O	O		
Type	O	O		
Origin		O		
EventCode	O	O		
Result (+)				S
Result (-)				S
ErrorInfo				O

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil des données d'Événements. Instance

Ce paramètre indique l'origine de l'Événement. Valeurs admises: Unknown, Application (voir Tableau A.6 et IEC 61131-9:2022, Tableau A.17).

Mode:

Ce paramètre indique le mode de l'Événement. Valeurs admises: SINGLESHOT, APPEARS, DISAPPEARS (voir Tableau A.9 et IEC 61131-9:2022, Tableau A.20).

Type:

Ce paramètre indique la catégorie de l'Événement. Valeurs admises: ERROR, WARNING, NOTIFICATION (voir Tableau D.1 et IEC 61131-9:2022, Tableau A.19).

Origin:

Ce paramètre indique si l'Événement a été généré dans la section de communication locale ou à distance (dans l'Appareil sans fil). Valeurs admises: LOCAL, REMOTE.

EventCode:

Ce paramètre contient un code identifiant un certain Événement. Valeurs admises: voir Annexe D et IEC 61131-9:2022, Annexe D).

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant);

NO_COMM (pas de communication disponible).

8.2.13 AL_Control (Maître sans fil et Appareil sans fil)

Le service AL_Control contient les informations d'état du qualificatif des données de processus transmises à et provenant de l'application de l'Appareil sans fil. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 92.

Tableau 92 – AL_Control

Nom du paramètre	.req	.ind
Argument	O	O
W-Port	C	C
ControlCode	O	C
MaxRetry		C

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro du Port sans fil concerné.

ControlCode:

Ce paramètre contient l'état du qualificatif des données de processus (PD).

Valeurs admises:

PDIN_VALID (données de processus d'entrée valides);

PDIN_INVALID (données de processus d'entrée invalides);

PDOUT_VALID (données de processus de sortie valides, voir Tableau A.5);

PDOUT_INVALID (données de processus de sortie invalides, voir Tableau A.5).

MaxRetry (Appareil sans fil seulement):

Ce paramètre contient des informations relatives à un défaut en temps réel.

Valeurs admises:

YES (MaxRetry a eu lieu);

NO (MaxRetry n'a pas eu lieu).

8.3 Protocole de Couche d'application

8.3.1 Vue d'ensemble

La couche d'application gère le transfert de données avec tous les Ports sans fil qui lui sont attribués. Cela signifie qu'il est nécessaire que les appels de service AL identifient le Port sans fil particulier auquel ils sont associés.

8.3.2 Traitement des ISDU

8.3.2.1 Diagramme d'états des ISDU de la couche AL du Maître sans fil

La Figure 65 représente le diagramme d'états utilisé pour le traitement des données ISDU dans la couche d'application.
L'expression "AL_Service" se réfère à tout service AL dans le Tableau 76 concernant les ISDU. "W-Portx" indique un numéro de Port sans fil particulier. Le Tableau 93 spécifie les tables de transitions d'états des ISDU de la couche AL du Maître sans fil.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

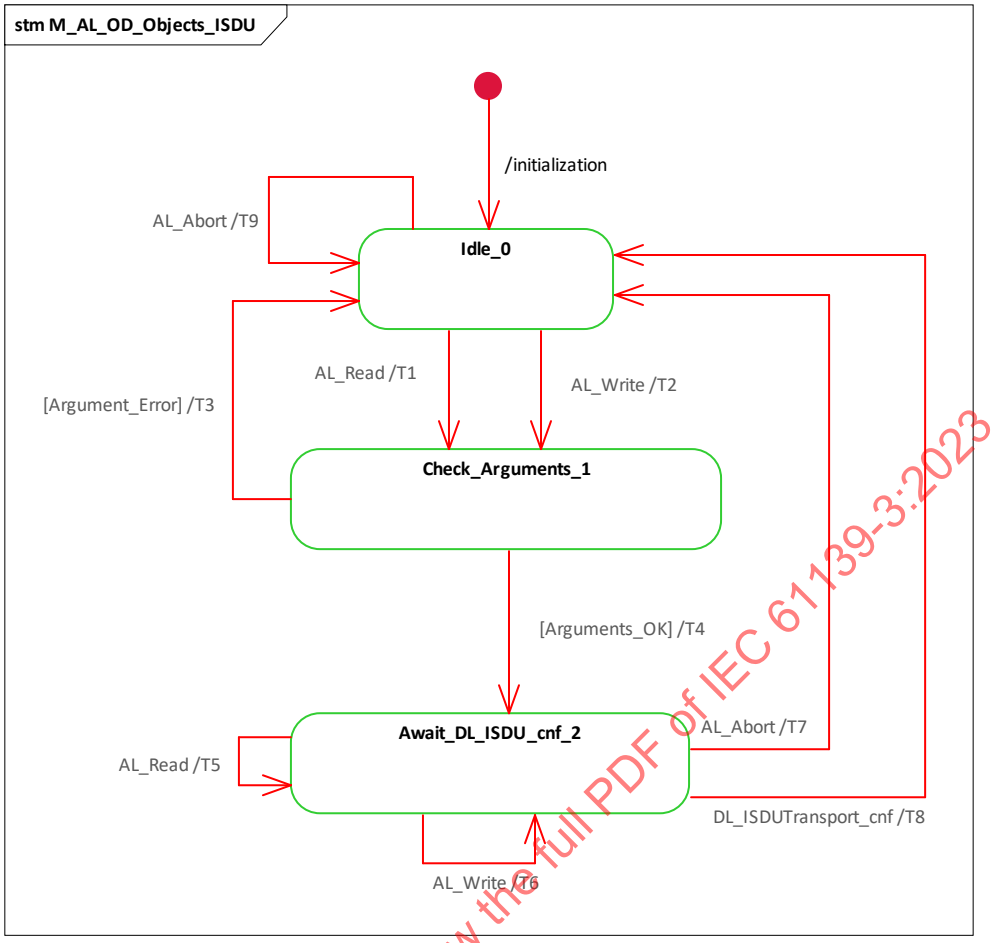


Figure 65 – Diagramme d'états des ISDU de la couche AL du Maître sans fil

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 93 – Tables de transitions d'états des ISDU de la couche AL du Maître sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Idle_0	Les invocations AL_Read ou AL_Write provenant des applications du Maître sans fil ou du module de traitement de Ports du Maître sans fil (voir Figure 98) peuvent être acceptées dans cet état.
Check_Arguments_1	Dans cet état, les arguments de l'appel de service AL_Read/AL_Write sont vérifiés (voir 8.2.1 et 8.2.2 pour les valeurs admises) et les éléments internes Argument_Error et Arguments_OK sont définis en conséquence.
Await_DL_ISDU_cnf_2	L'AL du Maître sans fil reste dans cet état jusqu'à ce qu'une DL_ISDUTransport.cnf soit reçue.

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	-
T2	0	1	-
T3	1	0	Invoque AL_Read.cnf/AL_Write.cnf avec résultat négatif.
T4	1	2	Invoque DL_ISDUTransport.req.
T5	2	2	Invoque AL_Read.cnf avec résultat négatif.
T6	2	2	Invoque AL_Write.cnf avec résultat négatif.
T7	2	0	Invoque DL_ISDUAbort.req.
T8	2	0	Invoque AL_Read.cnf/AL_Write.cnf
T9	0	0	—

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
Argument_Error	Bool	Valeurs illicites dans le corps du service, par exemple "Numéro de Port sans fil ou index hors limites"
Arguments_OK	Bool	Aucune erreur dans les arguments.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

8.3.2.2 Diagramme d'états des ISDU de la couche AL de l'Appareil sans fil

La Figure 66 représente le diagramme d'états utilisé pour le traitement des données ISDU dans la couche d'application d'un Appareil sans fil. Le Tableau 94 spécifie les tables de transitions d'états des ISDU de la couche AL de l'Appareil sans fil.

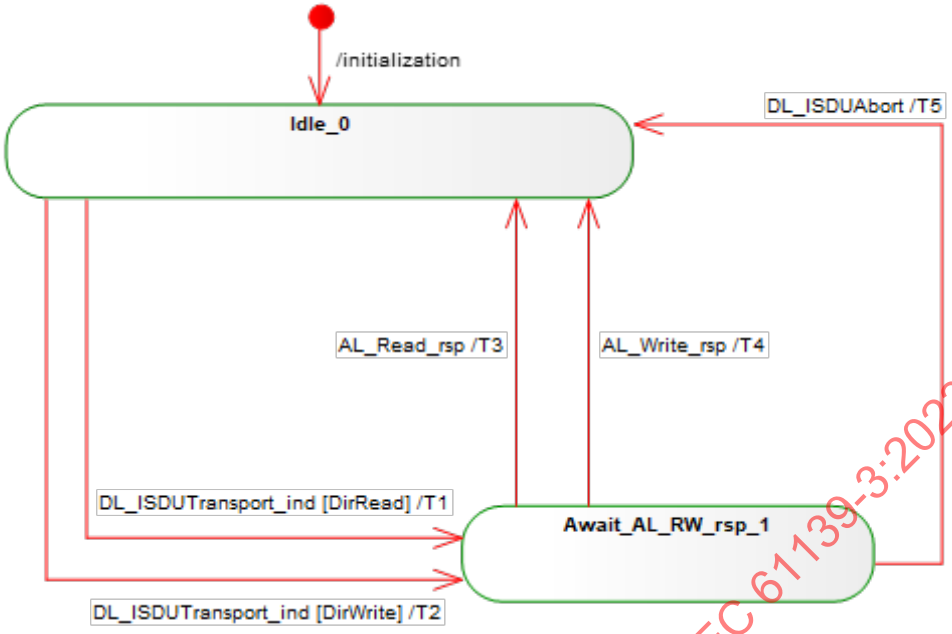


Figure 66 – Diagramme d'états des ISDU de la couche AL de l'Appareil sans fil

Tableau 94 – Tables de transitions d'états des ISDU de la couche AL de l'Appareil sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Idle_0	La couche AL de l'Appareil sans fil est en attente d'appels de service DL subordonnés déclenchés par des messages du Maître sans fil.
Await_AL_RW_rsp_1	La couche AL de l'Appareil sans fil est en attente d'une réponse de l'application spécifique à la technologie (accès en lecture ou en écriture par l'intermédiaire des ISDU).

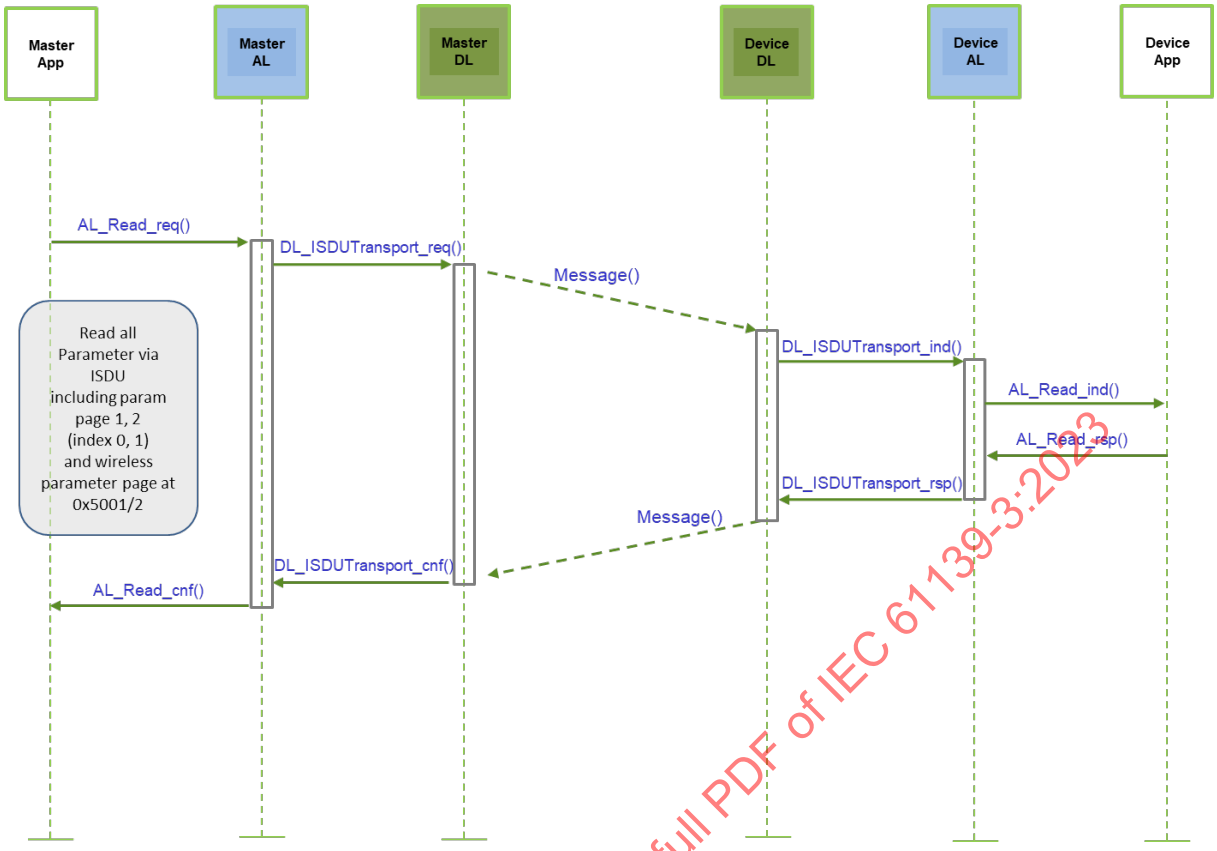
TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	Invoque AL_Read.
T2	0	1	Invoque AL_Write.
T3	1	0	Invoque DL_ISDUTransport(read)
T4	1	0	Invoque DL_ISDUTransport(write)
T5	1	0	Attente de AL_Read ou AL_Write abandonnée.

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
DirRead	Bool	Sens d'accès: DL_ISDUTransport(read) force un AL_Read
DirWrite	Bool	Sens d'accès: DL_ISDUTransport(write) force un AL_Write

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

8.3.2.3 Diagrammes séquentiels pour les données ISDU

Les figures de la Figure 67 à la Figure 70 représentent l'ensemble des interactions entre le Maître sans fil et l'Appareil sans fil pour plusieurs cas d'utilisation de l'échange de données ISDU.

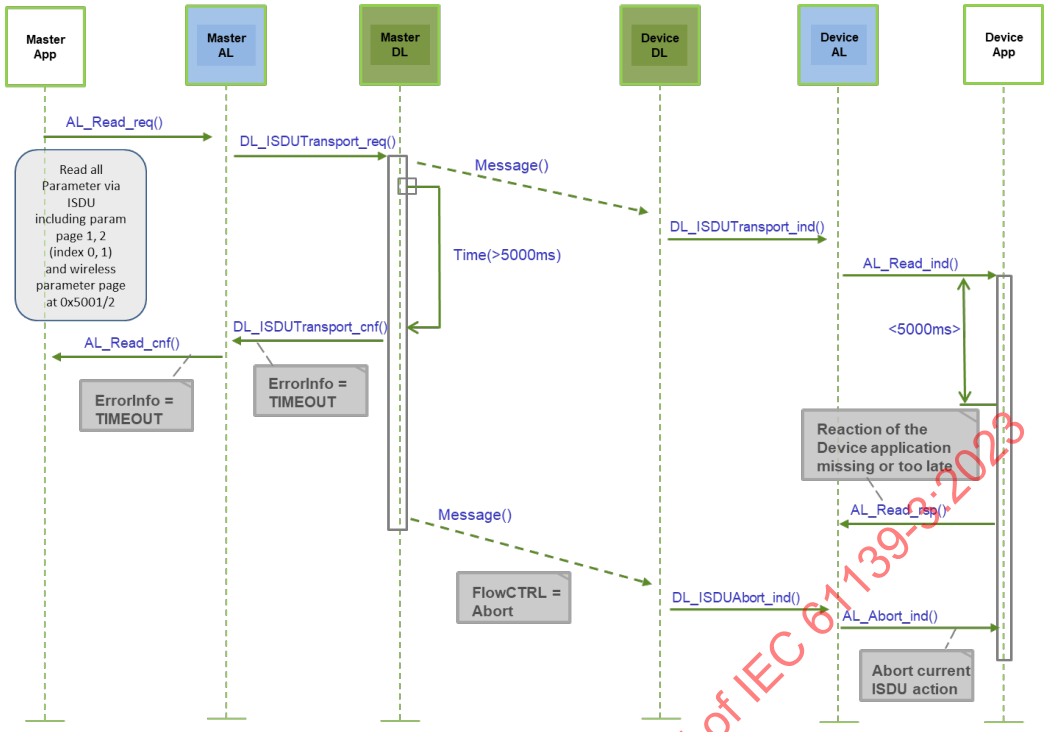


Anglais	Français
Master App	App Maître
AL_Read_req()	AL_Read_req()
DL_ISDUTransport_req()	DL_ISDUTransport_req()
Massage()	Massage()
DL_ISDUTransport_ind()	DL_ISDUTransport_ind()
AL_ Read_ind()	AL_Read_ind()
Read all Parameter via ISDU including param page 1,2 (index 0,1) and wireless parameter page at 0x5001/2	Lit tous les Paramètres par l'intermédiaire de l'ISDU, y compris les pages de paramètre 1 et 2 (index 0 et 1) et la page de paramètres sans fil à 0x5001/2.
Master AL	AL Maître
Master DL	DL Maître
Device DL	DL Appareil
Device AL	AL Appareil
Device App	App Appareil
AL_Read_cnf()	AL_Read_cnf()
DL_ISDUTransport_cnf()	DL_ISDUTransport_cnf()
DL_ISDUTransport_rsp()	DL_ISDUTransport_rsp()
AL_Read_rsp()	AL_Read_rsp()

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 67 – Diagramme séquentiel: Données de lecture ISDU

La Figure 68 démontre le comportement de l'échange de données ISDU en cas d'expiration de temporisation (5 s). Un Appareil sans fil doit répondre dans un délai inférieur au "délai d'acquittement des ISDU" (voir IEC 61131-9:2022, Tableau 102).

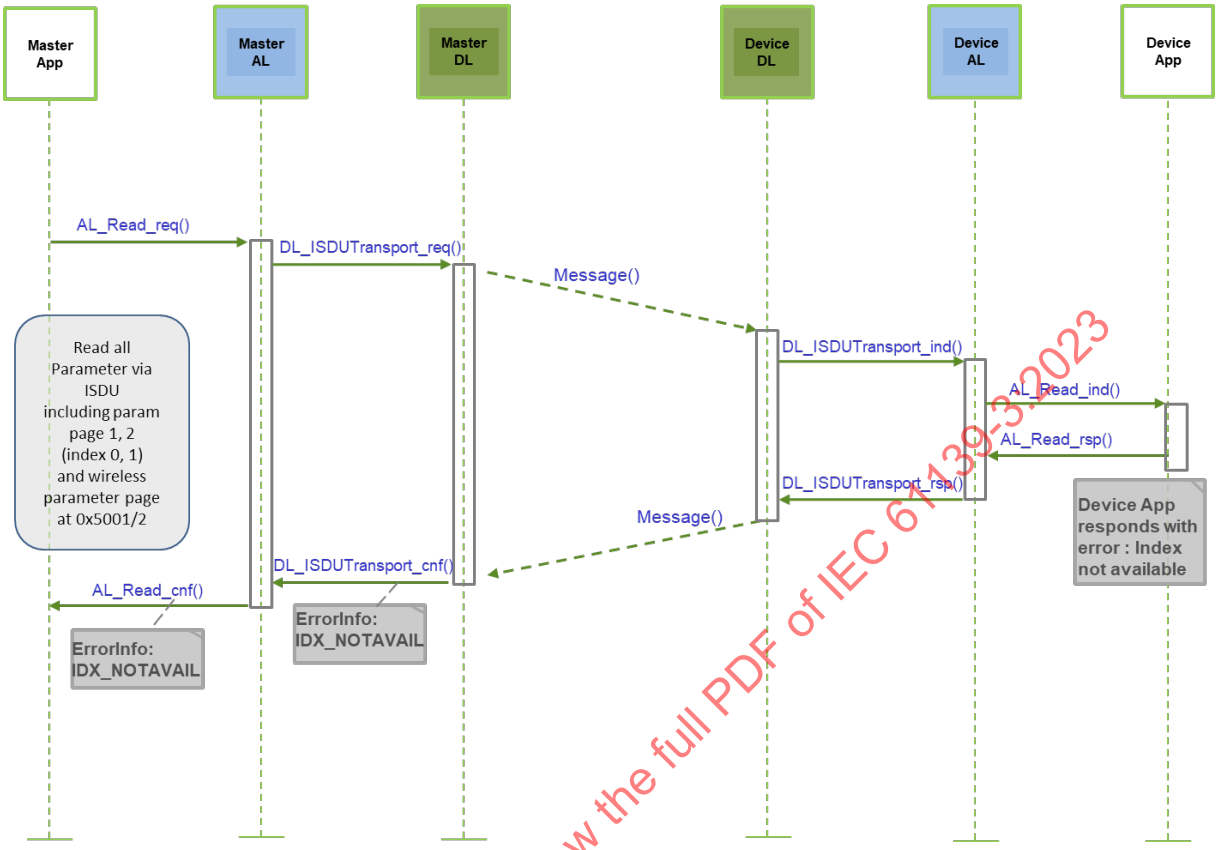


Anglais	Français
Master App	App Maître
AL_Read_cnf()	AL_Read_cnf()
AL_Read_rsp()	AL_Read_rsp()
DL_ISDUTransport_req()	DL_ISDUTransport_req()
Massage()	Massage()
DL_ISDUTransport_ind()	DL_ISDUTransport_ind()
AL_Read_ind()	AL_Read_ind()
<5000ms	< 5 000 ms
Time (>5000ms)	Durée (> 5 000 ms)
DL_ISDUAbort_ind()	DL_ISDUAbort_ind()
DL_ISDUTransport_chf()	DL_ISDUTransport_cnf()
Errorinfo = TIMEOUT	Errorinfo = TIMEOUT
FlowCTRL = Abort	FlowCTRL = Abort
Reaction of the Device application missing or too late	Réaction manquante ou trop tardive de l'application de l'Appareil
About current ISDU action	Abandon de l'action ISDU en cours
AL_Abort_ind()	AL_Abort_ind()
Read all Parameter via ISDU including param page 1,2 (index 0,1) and wireless parameter page at 0x5001/2	Lit tous les Paramètres par l'intermédiaire de l'ISDU, y compris les pages de paramètre 1 et 2 (index 0 et 1) et la page de paramètres sans fil à 0x5001/2.
Master AL	AL Maître
Master DL	DL Maître
Device DL	DL Appareil
Device AL	AL Appareil
Device App	App Appareil
AL_Read_rsp()	AL_Read_rsp()

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 68 – Diagramme séquentiel: Données de lecture ISDU en cas d'expiration de temporisation

La Figure 69 représente le comportement de l'échange de données ISDU en cas d'erreur, par exemple lorsque l'index demandé n'est pas disponible (voir IEC 61131-9:2022, Tableau C.1).



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

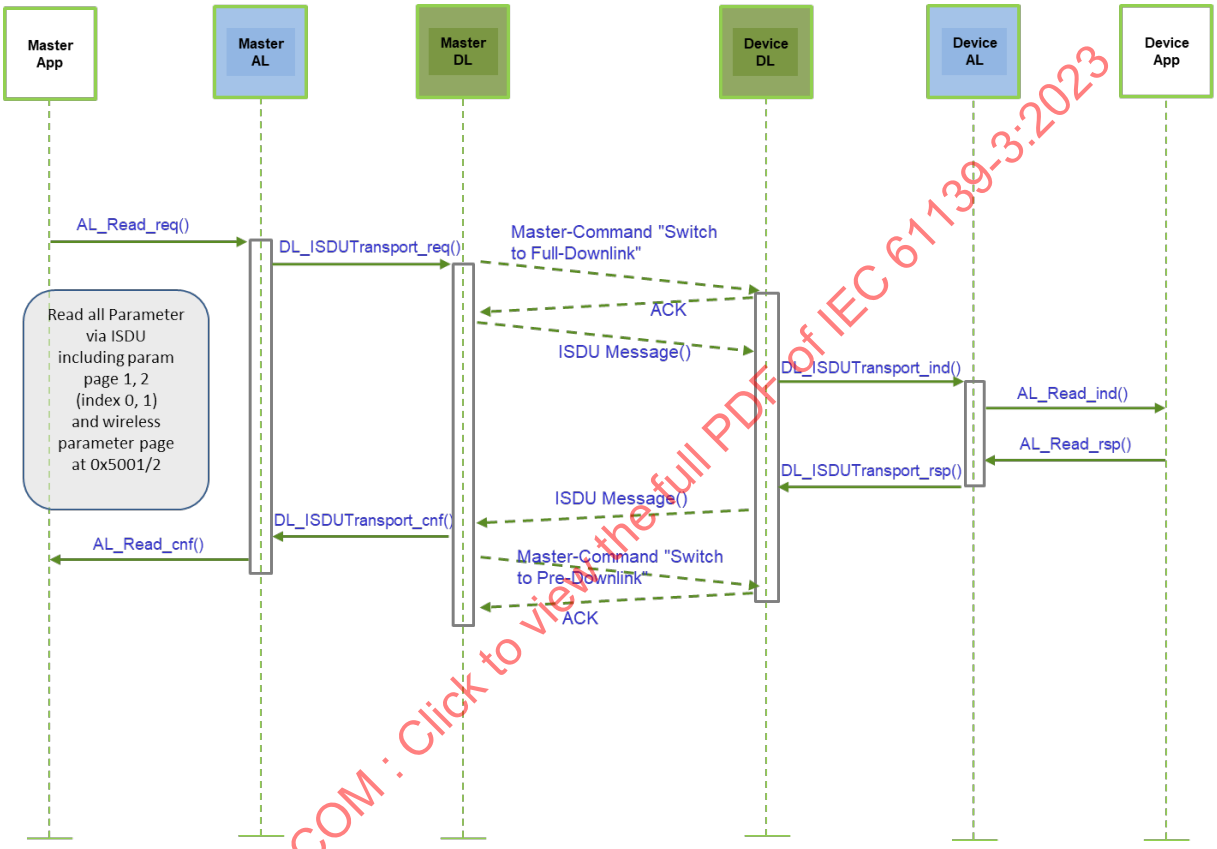
Anglais	Français
Master App	App Maître
AL_Read_cnf()	AL_Read_cnf()
AL_Read_rsp()	AL_Read_rsp()
DL_ISDUTransport_req()	DL_ISDUTransport_req()
Massage()	Massage()
DL_ISDUTransport_ind()	DL_ISDUTransport_ind()
AL_Read_ind()	AL_Read_ind()
DL_ISDUTransport_cnf()	DL_ISDUTransport_cnf()
DL_ISDUTransport_rsp()	DL_ISDUTransport_rsp()
Errorinfo = IDX_NOTAVAIL	Errorinfo = IDX_NOTAVAIL
Device App responds with error: Index not available	L'application de l'Appareil répond avec une erreur: Index non disponible
Read all Parameter via ISDU including param page 1,2 (index 0,1) and wireless parameter page at 0x5001/2	Lit tous les Paramètres par l'intermédiaire de l'ISDU, y compris les pages de paramètre 1 et 2 (index 0 et 1) et la page de paramètres sans fil à 0x5001/2
Master AL	AL Maître
Master DL	DL Maître
Device DL	DL Appareil
Device AL	AL Appareil
Device App	App Appareil
AL_Read_rsp()	AL_Read_rsp()

Figure 69 – Diagramme séquentiel: Données de lecture ISDU en cas d'erreur

La Figure 70 démontre le comportement de l'échange de données ISDU en cas d'interaction avec un Appareil sans fil basse consommation.

Si un Port sans fil est associé à un Appareil sans fil basse consommation avec l'attribut LowPowerDevice activé, le Maître sans fil doit envoyer une MasterCommand pour basculer l'Appareil sans fil basse consommation de sorte qu'il écoute le paquet en liaison descendante complète avant la transmission de données ISDU.

Après la transmission de données ISDU, le Maître sans fil doit envoyer une MasterCommand pour rebasculer l'Appareil sans fil BC sur la partie de paquet Préliaison descendante.



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Anglais	Français
AL_Read_cnf()	AL_Read_cnf()
Master-Command “Switch to Full-Downlink”	MasterCommand "Switch to Full-Downlink"
Master-Command “Switch to Pre-Downlink”	MasterCommand "Switch to Pre-Downlink"
ACK	ACK
DL_ISDUTransport_ind()	DL_ISDUTransport_ind()
DL_ISDUTransport_rsp()	DL_ISDUTransport_rsp()
AL_Read_ind()	AL_Read_ind()
AL_Read_rsp()	AL_Read_rsp()
AL_Read_req()	AL_Read_req()
DL_ISDUTransport_req()	DL_ISDUTransport_req()
ISDU Massage()	ISDU Message()
DL_ISDUTransport_cnf()	DL_ISDUTransport_cnf()
Read all Parameter via ISDU including param page 1,2 (index 0,1) and wireless parameter page at 0x5001/2	Lit tous les Paramètres par l’intermédiaire de l’ISDU, y compris les pages de paramètre 1 et 2 (index 0 et 1) et la page de paramètres sans fil à 0x5001/2
Master App	App Maître
Master AL	AL Maître
Master DL	DL Maître
Device DL	DL Appareil
Device AL	AL Appareil
Device App	App Appareil

Figure 70 – Diagramme séquentiel pour les Appareils sans fil basse consommation: Données ISDU

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

8.3.3 Traitement des Événements

8.3.3.1 Diagramme d’états d’Événements de la couche AL du Maître sans fil

La Figure 71 représente le diagramme d’états d’Événements de la couche d’application du Maître sans fil. Le Tableau 95 spécifie les tables de transitions d’états des Événements de la couche AL du Maître sans fil.

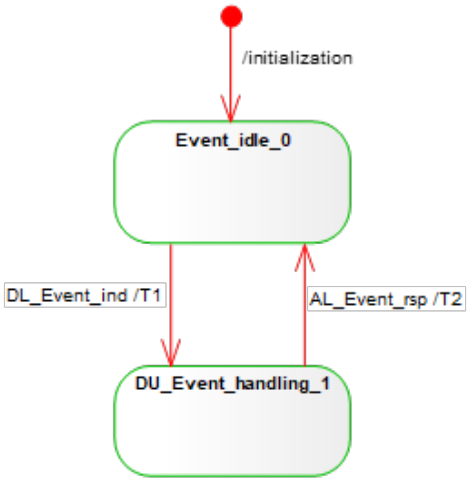


Figure 71 – Diagramme d’états d’Événements de la couche AL du Maître sans fil

Tableau 95 – Tables de transitions d'états des Événements de la couche AL du Maître sans fil

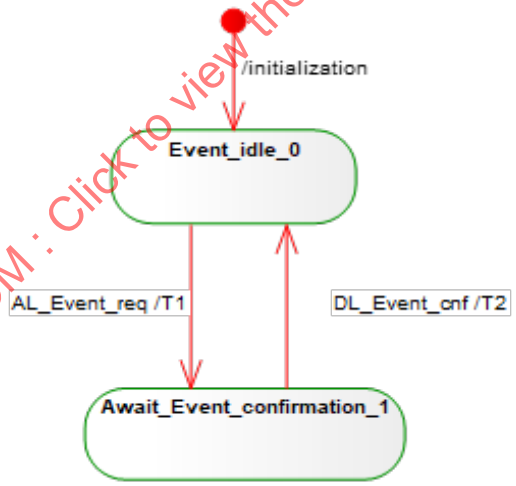
DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Event_idle_0	La couche AL du Maître sans fil est prête à accepter des Événements DL (informations de diagnostic) à partir de la couche DL.
DU_Event_handling_1	Analyse les données d'Événements et invoque AL_Event.ind vers l'unité de diagnostic. La couche AL du Maître sans fil reste dans cet état tant que l'unité de diagnostic (voir 11.6) n'a pas acquitté la AL_Event.ind.

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	1	2	Invoque AL_Event.ind
T2	2	1	Invoque DL_Event.rsp

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
-		

8.3.3.2 Diagramme d'états d'Événements de la couche AL de l'Appareil sans fil

La Figure 72 représente le diagramme d'états d'Événements de la couche d'application de l'Appareil sans fil. Le Tableau 96 spécifie les tables de transitions d'états des Événements de la couche AL de l'Appareil sans fil.



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 72 – Diagramme d'états d'Événements de la couche AL de l'Appareil sans fil

Tableau 96 – Tables de transitions d'états des Événements de la couche AL de l'Appareil sans fil

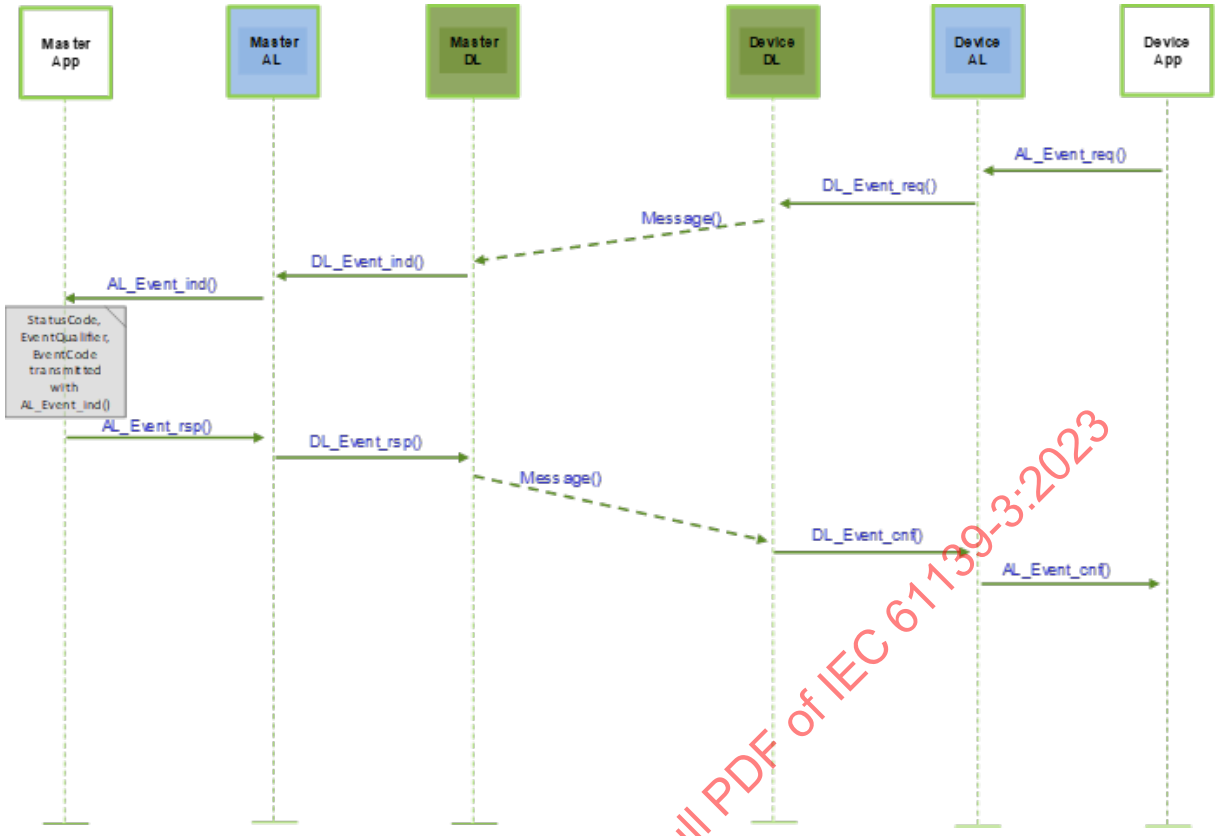
DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Event_Idle_0	La couche AL de l'Appareil sans fil est prête à accepter un seul Événement AL (informations de diagnostic) à partir des applications spécifiques à la technologie de l'Appareil sans fil pour transfert à la couche DL. Pendant ce temps, les applications de l'Appareil sans fil peuvent générer un nouvel Événement.
Await_Event_response_1	La couche AL de l'Appareil sans fil a propagé un Événement AL avec des informations de diagnostic et attend une confirmation DL_Event de la couche DL. Pendant ce temps, la couche AL de l'Appareil sans fil ne doit accepter aucun nouvel Événement AL.

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	Invoque DL_Event.req
T2	1	0	Invoque AL_Event.cnf

8.3.3.3 Ordonnancement d'Événements uniques

La Figure 73 représente la manière dont est traité un Événement unique en provenance d'un Appareil sans fil, conformément aux diagrammes d'états correspondants.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



Anglais	Français
Message()	Message()
Status Code, Event Qualiter, Event Code transmitted with AL_Event_ind()	Status Code, Event Qualiter, Event Code transmitted with AL_Event_ind()
DL_Event_ind()	DL_Event_ind()
AL_Event_req()	AL_Event_req()
AL_Event_rsp()	AL_Event_rsp()
DL_Event_rsp()	DL_Event_rsp()
DL_Event_cnf()	DL_Event_cnf()
AL_Event_ind()	AL_Event_ind()
AL_Event_cnf()	AL_Event_cnf()
DL_Event_req()	DL_Event_req()
Master App	Master App
Master AL	Master AL
Master DL	Master DL
Device DL	Device DL
Device AL	Device AL
Device App	Device App

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 73 – Diagramme séquentiel: ordonnancement d'Événements uniques

8.3.4 Transfert des données de processus

8.3.4.1 Diagramme d'états des données de processus (PD) de la couche AL du Maître sans fil

La Figure 74 représente le diagramme d'états des données de processus de la couche d'application du Maître sans fil. Le Tableau 97 spécifie les tables de transitions d'états des PD de la couche AL du Maître sans fil.

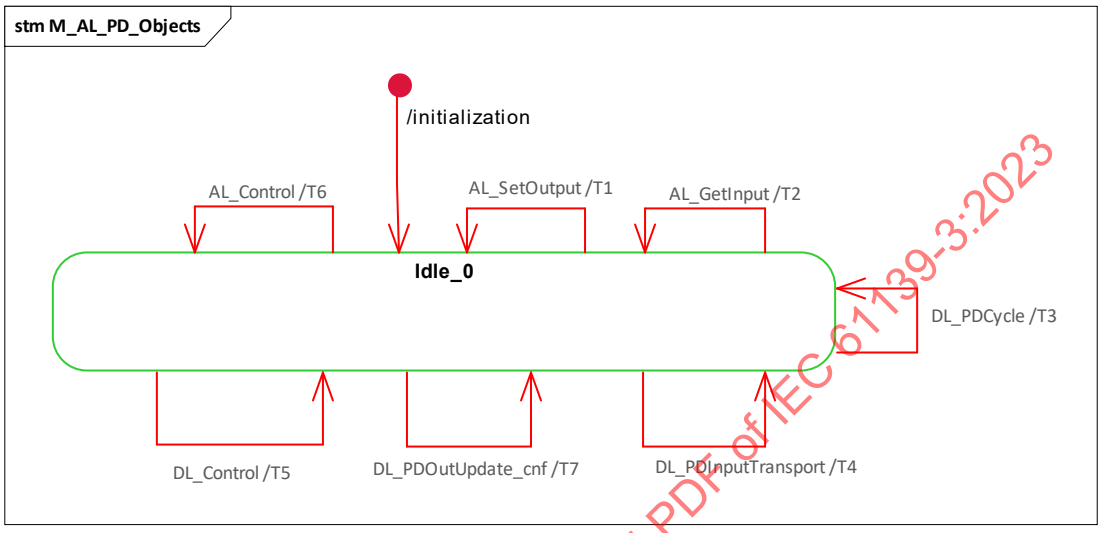


Figure 74 – Diagramme d'états des PD de la couche AL du Maître sans fil

Tableau 97 – Tables de transitions d'états des PD de la couche AL du Maître sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Idle_0	La couche AL du Maître sans fil attend les appels de service AL et DL subordonnés.

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	0	Invoque DL_PDOutputUpdate avec les données de processus d'entrée provenant de la couche AL.
T2	0	0	Lit les données de processus d'entrée.
T3	0	0	Invoque AL_PDCycle.
T4	0	0	DL_PDInputTransport délivre les données de processus d'entrée à partir de la couche DL. Invoque AL_NewInput.
T5	0	0	Invoque AL_Control avec l'état du qualificatif des données de processus d'entrée provenant de la couche DL.
T6	0	0	Invoque DL_Control avec l'état du qualificatif des données de processus de sortie provenant de la couche AL.
T7	0	0	Invoque AL_SetOutput.cnf

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

8.3.4.2 Diagramme d'états des données de processus (PD) de la couche AL de l'Appareil sans fil

La Figure 75 représente le diagramme d'états des données de processus de la couche d'application de l'Appareil sans fil. Le Tableau 98 spécifie les tables de transitions d'états des PD de la couche AL de l'Appareil sans fil.

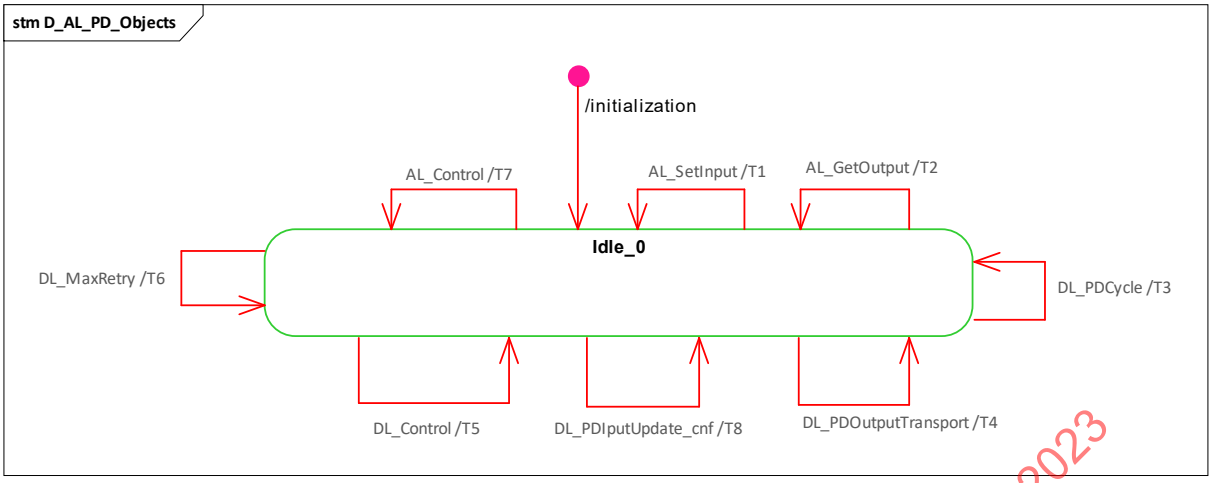


Figure 75 – Diagramme d'états des PD de la couche AL de l'Appareil sans fil

Tableau 98 – Tables de transitions d'états des PD de la couche AL de l'Appareil sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Idle_0	La couche AL de l'Appareil sans fil attend les appels de service AL et DL subordonnés.

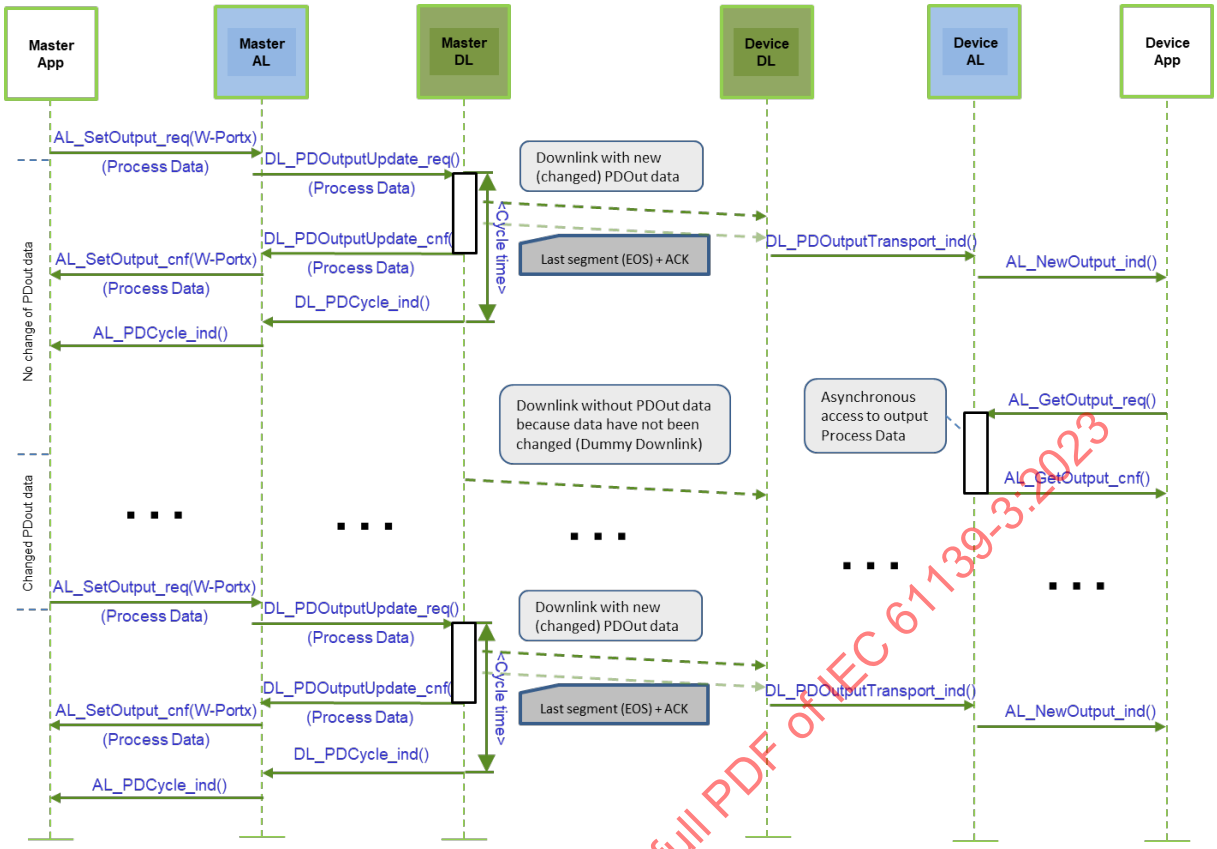
TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	0	Invoque DL_PDInputUpdate avec les données de processus d'entrée provenant de la couche AL.
T2	0	0	Lit les données de processus de sortie.
T3	0	0	Invoque AL_PDCycle.
T4	0	0	DL_PDOutputTransport délivre les données de processus de sortie à partir de la couche DL. Invoque AL_NewOutput.
T5	0	0	Invoque AL_Control avec l'état du qualificatif des données de processus de sortie provenant de la couche DL.
T6	0	0	Invoque AL_Control avec un défaut en temps réel.
T7	0	0	Invoque DL_Control avec l'état du qualificatif des données de processus d'entrée provenant de la couche AL.
T8	0	0	Invoque AL_SetInput.cnf

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

8.3.4.3 Cycles de données de processus

La Figure 76 et la Figure 77 représentent l'ensemble des interactions entre le Maître sans fil et l'Appareil sans fil pour plusieurs cas d'utilisation de données de processus de sortie et d'entrée.

La Figure 54 représente la manière dont les services AL et DL du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil sont impliqués dans l'échange cyclique de données de processus de sortie. L'application de l'Appareil sans fil est en mesure d'acquérir les valeurs en cours des PD de sortie au moyen du service AL_GetOutput.



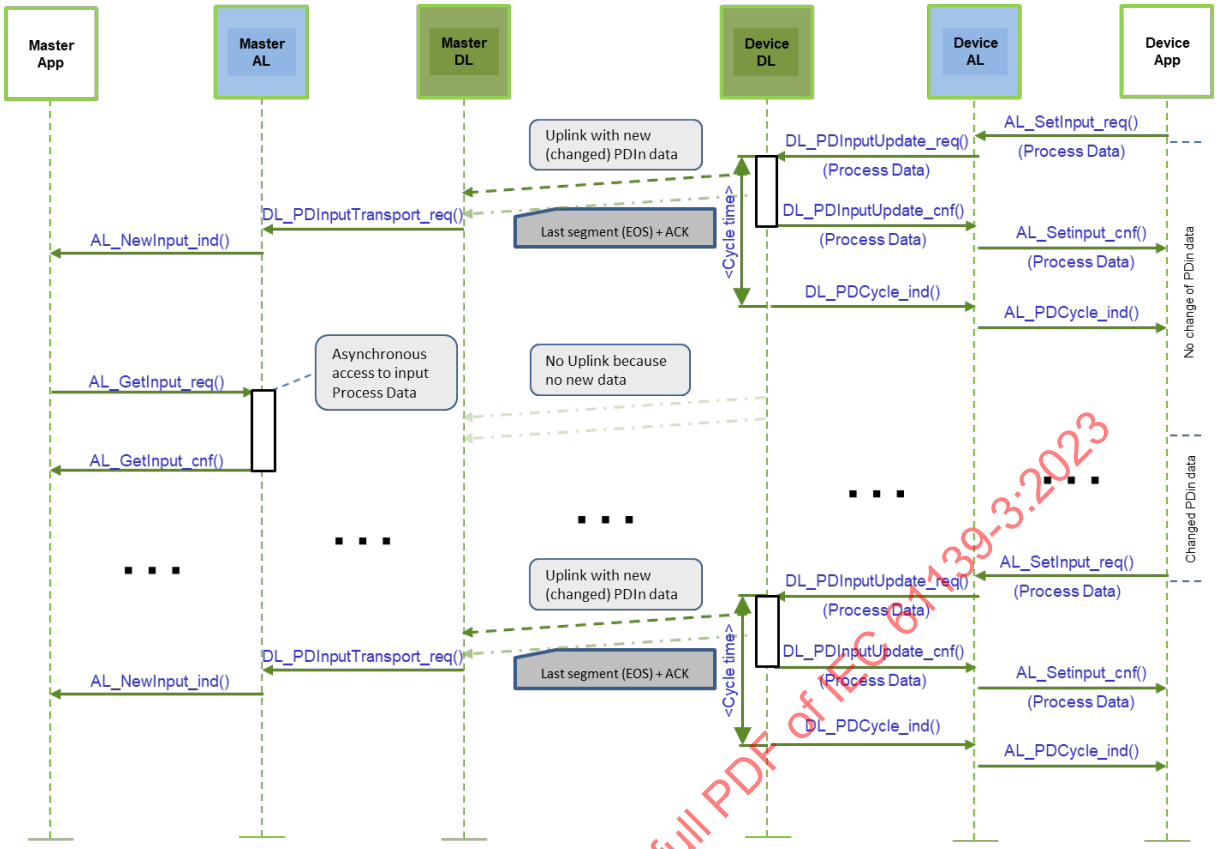
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Anglais	Français
Master App	App Maître
Master AL	AL Maître
Master DL	DL Maître
Device DL	DL Appareil
Device AL	AL Appareil
Device App	App Appareil
AL_SetOutput_req(W-Portx) (Process Data)	AL_SetOutput_req(W-portx) (données de processus)
DL_PDOutputUpdate_req () (Process Data)	DL_PDOutputUpdate_req() (données de processus)
Downlink with new (changed) PDOut data	Liaison descendante avec de nouvelles données PDOut (modifiées)
No change of PDout data	Aucun changement de données PDout
Change PDout data	Changement de données PDout
AL_SetOutput_cnf(W-Portx) (Process Data)	AL_SetOutput_cnf(W-Portx) (données de processus)
DL_PDOutputUpdate_cnf (Process Data)	DL_PDOutputUpdate_cnf (données de processus)
AL_PDCycle_ind()	AL_PDCycle_ind()
DL_PDCycle_ind()	DL_PDCycle_ind()
<Cycle time>	<Durée de cycle>
Last segment (EOS)+ACK	Dernier segment (EOS)+ACK
DL_PDOutputTransport_ind()	DL_PDOutputTransport_ind()
AL_NewOutput_ind( )	AL_NewOutput_ind()
Downlink without PDOut data because data have not been changed (Dummy Downlink)	Liaison descendante sans données PDOut car les données n'ont pas été modifiées (Liaison descendante factice)
Asynchronous access to output Process Data	Accès asynchrone aux données de processus de sortie
AL_GetOutput_req()	AL_GetOutput_req()
Changed PDout data	Données PDout modifiées
AL_GetOutput_cnf()	AL_GetOutput_cnf()
DL_PDOutputUpdate_req() (Process Data)	DL_PDOutputUpdate_req() (données de processus)
AL_SetOutput_cnf(W- Portx) (Process Data)	AL_SetOutput_cnf(W-Portx) (données de processus)
DL_PDOutputUpdate_cnf (Process Data)	DL_PDOutputUpdate_cnf (données de processus)
AL_NewOutput_ind()	AL_NewOutput_ind()

Figure 76 – Diagramme séquentiel pour des données de processus de sortie

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

La Figure 77 représente la manière dont les services AL et DL du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil sont impliqués dans l'échange cyclique de données de processus d'entrée. L'application du Maître sans fil est en mesure d'acquérir les valeurs en cours des PD d'entrée au moyen du service AL_GetInput.



Anglais	Français
Master App	App Maître
Master AL	AL Maître
Master DL	DL Maître
Device DL	DL Appareil
Device AL	AL Appareil
Device App	App Appareil
Uplink with new (changed) PDIndata	Liaison montante avec de nouvelles données PDIn (modifiées)
AL_NewInput_ind()	AL_NewInput_ind()
DL_PDInputTransport_req()	DL_PDInputTransport_req()
Last segment (EOS) + ACK	Dernier segment (EOS) + ACK
DL_PDInputUpdate_req() (Process Data)	DL_PDInputUpdate_req() (données de processus)
DL_PDInputUpdate_cnf() (Process Data)	DL_PDInputUpdate_cnf() (données de processus)
DL_PDCycle_ind()	DL_PDCycle_ind()
AL_SetInput_req() (Process Data)	AL_SetInput_req() (données de processus)
AL_Setinput_cnf() (Process Data)	AL_Setinput_cnf() (données de processus)
AL_PDCycle_ind()	AL_PDCycle_ind()
AL_GetInput_req()	AL_GetInput_req()
Asynchronous access to input Process Data	Accès asynchrone aux données de processus d'entrée
No Uplink because no new data	Pas de liaison montante car aucune nouvelle donnée
AL_GetInput_cnf()	AL_GetInput_cnf()
Changed PDout data	Données PDout modifiées
No change of PDout data	Aucun changement de données PDout
<Cycle time>	<Durée de cycle>

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 77 – Diagramme séquentiel pour des données de processus d'entrée

9 Gestion système

9.1 Généralités

Les services de Gestion système (SM) sont utilisés pour le démarrage et la configuration coordonnés des modes opérationnels possibles au sein du Maître sans fil et des Appareils sans fil correspondants. Étant donné que la différence entre la SM du Maître sans fil et celle de l'Appareil sans fil est significative, la structure du présent Article 9 sépare les services et protocoles du Maître sans fil et de l'Appareil sans fil.

NOTE Certaines des fonctionnalités décrites dans le présent Article 9, comme le traitement des Messages sans fil, sont mises en œuvre au sein de la PL sous-jacente.

Les paragraphes 9.2 à 9.4 ci-dessous décrivent les modes opérationnels possibles et les procédures associées.

9.2 Modes

9.2.1 Mode Service

Lorsqu'une Voie sans fil est configurée pour fonctionner en mode Service, la table de saut de fréquence utilise également les canaux de fréquences de configuration. Le mode Service peut être configuré en tant que mode balayage (Scan), appairage (Pairing) ou itinérance (Roaming). Les modes Scan et Pairing se terminent automatiquement une fois la procédure prévue terminée. Le mode Roaming reste actif de façon permanente et une procédure de détection est effectuée normalement en émettant des messages "Scan Request" sur les canaux de configuration. Cela est exigé pour la procédure de "Connexion de transfert".

9.2.2 Mode Cyclique

9.2.2.1 Généralités

En mode Cyclique (Cyclic), la Voie sans fil du Maître sans fil communique avec l'Appareil sans fil par l'intermédiaire du canal de données attribué en utilisant la table de saut de fréquence sans fréquences de configuration. Ce mode est utilisé avec des Appareils sans fil fixes.

Après un appairage réussi de tous les Appareils sans fil pour une Voie sans fil, le Maître sans fil peut, au moyen de SM_SetTrackMode, basculer du mode Service au mode Cyclique. Sur l'Appareil sans fil, le mode Cyclique est immédiatement déclenché après l'envoi réussi de la "Réponse de négociation d'appairage". Les modes Scan, Pairing et Roaming ne sont plus possibles sur cette Voie sans fil dans ce mode.

9.2.2.2 Surveillance IMATime

La valeur IMATime est surveillée en continu au sein de la PL. Elle est transférée dans le Paramètre sans fil défini sur l'Appareil sans fil au cours de la procédure STARTUP par l'intermédiaire de SM_SetPortConfig.

La surveillance est démarrée après la synchronisation de l'Appareil sans fil. En cas d'IMATimeout, un COMLOST et un événement IOLW_IMATimeout (voir Article D.2) seront générés vers l'application.

Lorsqu'un IMATime proposé (par exemple à partir de PDCT) est rejeté par l'Appareil sans fil, cela est indiqué par l'intermédiaire d'un ErrorType ISDU (par exemple PAR_VALOUTOFRNG) vers l'application. Dans ce cas, le Maître sans fil exécute un DL_Read(IMATime) et commence la surveillance en utilisant la valeur de l'Appareil sans fil jusqu'à ce que l'application modifie ce paramètre.

La plage autorisée de l'IMATime doit être décrite dans l'IODD de l'Appareil sans fil.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

9.2.2.3 Calcul de WCycleTime

Les valeurs minimales pour WMasterCycleTimeIn et WMasterCycleTimeOut doivent être calculées conformément aux Équations (9) et (10):

$$WMasterCycleTimeIn \geq \left\lceil \frac{PDInLength}{SlotType_{MaxPDLength}} \right\rceil \times \left\lceil \frac{MaxRetry + 1}{3} \right\rceil \times 5\,\text{ms} \quad (9)$$

où

$WMasterCycleTimeIn$ est le paramètre WMasterCycleTimeIn;

$PDInLength$ est la longueur de PDIn;

$MaxRetry$ est le nombre maximal de nouvelles tentatives (voir C.4.4.4);

$SlotType_{MaxPDLength}$ est défini par le SlotType:

SSlot: $SlotType_{MaxPDLength} = 1$

DSlot: $SlotType_{MaxPDLength} = 14$).

$$WMasterCycleTimeOut \geq \left\lceil \frac{PDOutLength}{MaxPDSegLength} \right\rceil \times \left\lceil \frac{MaxRetry + 1}{3} \right\rceil \times 5\,\text{ms} \quad (10)$$

où

$WMasterCycleTimeOut$ est le paramètre WMasterCycleTimeOut;

$PDOutLength$ est la longueur de PDOut;

$MaxPDSegLength$ est la longueur de segment maximale des données de processus de sortie pour que le module de traitement des messages puisse distribuer ces données au sein de plusieurs Cycles sans fil;

$MaxRetry$ est le nombre maximal de nouvelles tentatives (voir C.4.4.4).

9.3 Gestion système du Maître sans fil

9.3.1 Vue d'ensemble

La SM du Maître sans fil:

- met en place la version exigée des protocoles de communication;
- vérifie la compatibilité de l'Appareil sans fil (correspondance entre les identifications réelles de l'Appareil sans fil et les valeurs prévues);
- ajuste les durées de cycle adéquates;
- calcule les tables de saut de fréquence;
- attribue des numéros de Port sans fil aux relations de communication sans fil.

Pour ce faire, la SM utilise les services suivants représentés à la Figure 99.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

SM_SetMasterConfig définit la configuration commune du Maître sans fil pour toutes les Voies sans fil.

- SM_SetTrackMode définit le mode d'une Voie sans fil.
- SM_GetTrackMode obtient le mode d'une Voie sans fil.
- SM_TrackScanEnd indique la fin du mode balayage.
- SM_TrackScanResult signale à l'application un nouvel Appareil sans fil non appairé à proximité de la Voie sans fil.
- SM_SetPortConfig transfère les paramètres nécessaires (données de configuration) de la Gestion de la configuration (CM) à la Gestion système (SM). La communication démarre ensuite implicitement.
- SM_PortMode rapporte le résultat de la configuration à la CM en cas de résultat négatif par l'intermédiaire d'"erreurs" correspondantes telles qu'une discordance de versions et l'incompatibilité des Appareils sans fil.
- SM_GetPortConfig lit les paramètres réels et effectifs.
- SM_Operate bascule les ports en mode "OPERATE".
- SM_GetPortQuality délivre la qualité de connexion du port.
- SM_PortPairing gère le processus d'appairage.

Le gestionnaire de configuration dans un Maître sans fil se compose du gestionnaire de configuration du Maître, du gestionnaire de configuration de Voie et du gestionnaire de configuration de Port. Pendant l'initialisation, la gestion de configuration (CM) du Maître sans fil lit d'abord la configuration du Maître sans fil (MasterID, BlockList). À l'étape suivante, la configuration du Maître sans fil s'applique. Les radios sont activées par SM_SetMasterConfig et le Maître sans fil commence à envoyer des liaisons descendantes sur les canaux de fréquences spécifiques à la Voie sans fil jusqu'à ce qu'il obtienne une réponse d'un Appareil sans fil dans le créneau temporel de liaison montante correspondant. Les Appareils sans fil sont alors synchronisés et l'application du Maître sans fil peut appeler le service DL_SetMode (STARTUP) pour créer les instances exigées du module de traitement de mode DL du Maître.

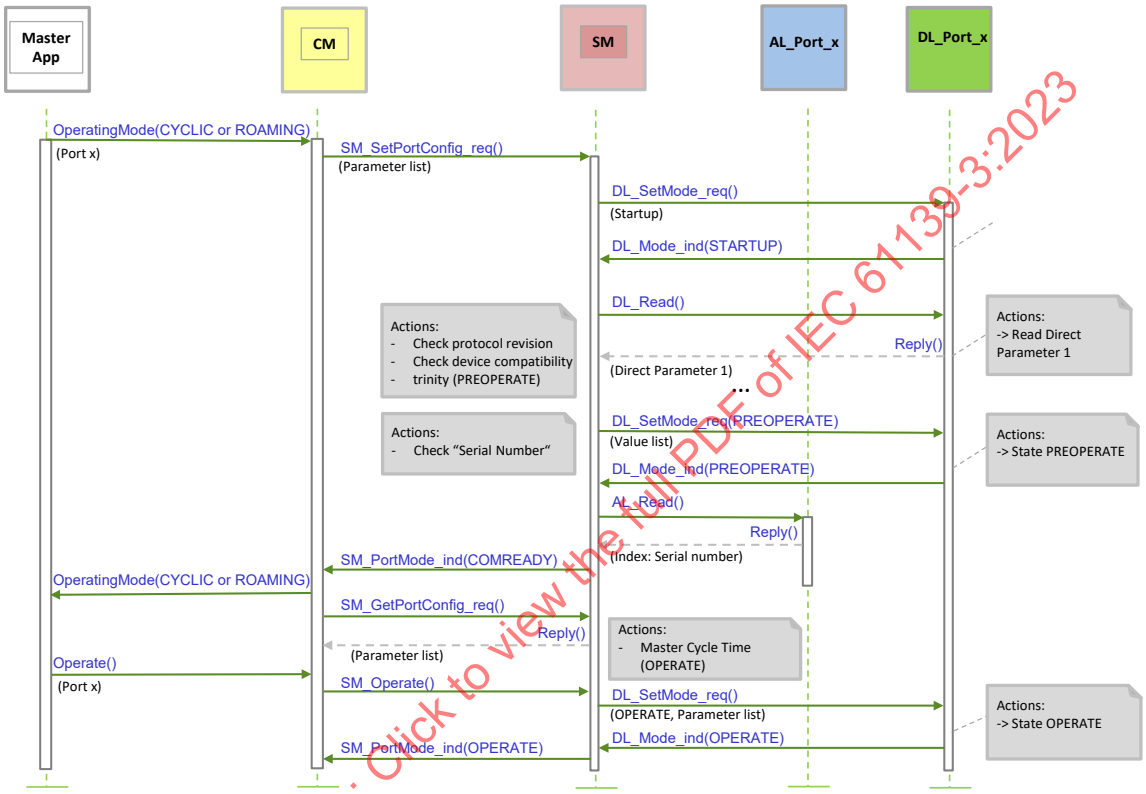
La Figure 78 représente les actions entre les couches d'application du Maître sans fil (App Maître sans fil), de gestion de la configuration (CM), de Gestion système (SM), de liaison des données (DL) et la couche d'application (AL) en cas d'utilisation en démarrage d'un port particulier.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Ce cas d'utilisation particulier est caractérisé par les postulats suivants:

- l'Appareil sans fil pour la configuration disponible est connecté et la vérification est réussie;
- l'Appareil sans fil utilise le RevisionID correct conformément à la présente spécification;
- l'InspectionLevel configuré est "type compatible" (le SerialNumber est lu à partir de l'Appareil sans fil et non vérifié).

Les flèches en pointillés de la Figure 78 représentent les services de réponse à un service initial.



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Anglais	Français
Master App	App Maître
CM	CM
SM	SM
AL_Port_x	AL_Port_x
DL_Port_x	DL_Port_x
OperatingMode (CYCLIC or ROAMING)	Mode de fonctionnement (CYCLIC ou ROAMING)
(Port x)	(Port x)
SM_SetPortConfig_req()	SM_SetPortConfig_req()
(Parameter list)	(Liste de paramètres)
DL_SetMode_req()	DL_SetMode_req()
(Startup)	(STARTUP)
DL_Mode_ind (STARTUP)	DL_Mode_ind (STARTUP)
DL_Read()	DL_Read()
Actions: - Check protocol revision - Check device compatibility - trinity (PREOPERATE)	Actions: - Vérifier la version du protocole - Vérifier la compatibilité de l'appareil - Trinité (PREOPERATE)
(Direc: Parameter 1)	(Paramètre direct 1)
Reply()	Reply()
Actions: -> Read Direct Parameter 1	Actions: -> Lire le Paramètre direct 1
Actions: Check "Serial Number"	Actions: Vérifier le "numéro de série"
DL_SetMode_req(PREOPERATE)	DL_SetMode_req(PREOPERATE)
(Value list)	(Liste de valeurs)
DL_Mode_ind (PREOPERATE)	DL_Mode_ind(PREOPERATE)
Actions: -> State PREOPERATE	Actions: -> État PREOPERATE
AL_Read()	AL_Read()
Operating Mode (CYCLIC or ROAMING)	Mode de fonctionnement (CYCLIC ou ROAMING)
SM_PortModeInd(COMREADY)	SM_PortMode_ind(COMREADY)
(Index: Serial number)	(Index: numéro de série)
SM_GetPortConfig_req()	SM_GetPortConfig_req()
Operate()	Operate()
SM_Operate()	SM_Operate()
Actions: Master Cycle Time (OPERATE)	Actions: Durée de cycle du Maître (OPERATE)
(OPERATE, Parameter list)	(OPERATE, Liste des paramètres)
SM_PortMode_ind (OPERATE)	SM_PortMode_ind(OPERATE)
DL Mode ind(OPERATE)	DL_Mode_ind(OPERATE)
Actions: -> State OPERATE	Actions: -> État OPERATE

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 78 – Diagramme séquentiel du cas d'utilisation "Configuration de Port x"

9.3.2 Services de Gestion système du Maître sans fil

9.3.2.1 Vue d'ensemble

La Gestion système fournit à l'utilisateur les services SM du Maître sans fil par l'intermédiaire de son interface supérieure. Le Tableau 99 énumère les affectations du Maître sans fil quant à son rôle d'initiateur ou de destinataire des services SM individuels.

Tableau 99 – Services SM au sein du Maître sans fil

Désignation du service		Maître sans fil
SM_SetMasterConfig	Définit la configuration commune du Maître sans fil pour toutes les Voies sans fil	R
SM_SetTrackMode	Définit le mode d'une Voie sans fil	R
SM_GetTrackMode	Obtient le mode d'une Voie sans fil	R
SM_TrackScanResult	Signale à l'application un nouvel Appareil sans fil non appairé à proximité de la Voie sans fil	I
SM_TrackScanEnd	Indique la fin du mode balayage	I
SM_SetPortConfig	Définit la configuration d'un Port sans fil virtuel	R
SM_GetPortConfig	Obtient la configuration d'un Port sans fil virtuel	R
SM_PortPairing	Appaire un Appareil sans fil au Maître sans fil	R
SM_PortMode	Signale le mode d'un port sans fil	I
SM_GetPortQuality	Acquiert la qualité de connexion d'un Appareil sans fil	R
SM_Operate	Active un port sans fil	R
Légende (voir 3.3.5) I Initiateur du service R Destinataire (répondeur) du service		

9.3.2.2 SM_SetMasterConfig

Le service SM_SetMasterConfig est utilisé pour définir la configuration du Maître sans fil. Cette configuration est utilisée pour toutes les Voies sans fil. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 100.

Tableau 100 – SM_SetMasterConfig

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
ParameterList	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

ParameterList:

Ce paramètre contient les paramètres configurés d'un Maître sans fil.

Type de paramètre: Enregistrement

Éléments de l'enregistrement:

MasterID:

Ce paramètre contient le MasterID du Maître sans fil (voir Tableau C.2)

Valeurs admises: 1 à 29

BlockList:

Ce paramètre contient les canaux de fréquences qui ne doivent pas être utilisés par le Maître sans fil.

Pour plus de précisions, voir Article H.1.

SyncMaster:

Ce paramètre spécifie le numéro de Voie sans fil qui doit fonctionner comme maître de synchronisation des Trames sans fil (voir 5.6.2.2, Paramètre "TrackSynchronization" dans le service PL_SetTrackConfig)

Valeurs admises:

0 (SyncMaster est la Voie sans fil 0);

…

4 (SyncMaster est la Voie sans fil 4);

5 (toutes les Voies sans fil utilisant un signal de synchronisation externe).

AHTEnable:

Ce paramètre contient le mode de fonctionnement de l'AHT.

Valeurs admises:

ENABLE;

DISABLE.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant);

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

9.3.2.3 SM_SetTrackMode

Le service SM_SetTrackMode est utilisé pour configurer une Voie sans fil avec la configuration de Voie sans fil demandée. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 101.

Tableau 101 – SM_SetTrackMode

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
TrackMode	O	
TxPower	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

TrackMode:

Ce paramètre indique les modes de fonctionnement demandés de la Voie sans fil.

Valeurs admises:

STOP (communication désactivée, radio désactivée);

CYCLIC (le Maître sans fil fonctionne en mode cyclique (performance complète));

SCAN (le Maître sans fil fonctionne en mode balayage (performance limitée));

ROAMING (le Maître sans fil fonctionne en mode itinérance (performance limitée)).

TxPower:

Ce paramètre contient le niveau de puissance d'émission demandé pour la Voie sans fil.

Valeurs admises: 1 à 255 (voir Tableau C.10).

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée);

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

9.3.2.4 SM_GetTrackMode

Le service SM_GetTrackMode permet de lire la configuration de la Voie sans fil à partir de la Gestion système. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 102.

Tableau 102 – SM_GetTrackMode

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
Result (+)		S
ParameterList		O
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

ParameterList:

Ce paramètre contient les paramètres configurés d'une Voie sans fil de Maître sans fil.

Type de paramètre: enregistrement

Éléments de l'enregistrement:

TrackMode:

Ce paramètre indique le mode de fonctionnement réel de la Voie sans fil;

Valeurs admises: STOP, CYCLIC, SCAN, PAIRING, ROAMING.

TxPower:

Ce paramètre contient le niveau de puissance d'émission réel de la Voie sans fil;

Valeurs admises: 1 à 255 (voir Tableau C.10).

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée);

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant).

9.3.2.5 SM_TrackScanResult

Le service SM_TrackScanResult est utilisé pour signaler à l'application un nouvel Appareil sans fil non appairé à proximité de la Voie sans fil. Le signalement est effectué uniquement si la Voie sans fil est en mode itinérance ou balayage. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 103.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 103 – SM_TrackScanResult

Nom du paramètre	.ind
Argument	O
ParameterList	O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

ParameterList:

Ce paramètre contient les informations de l'Appareil sans fil détecté.

Type de paramètre: enregistrement.

Éléments de l'enregistrement:

SlotType:

Type par défaut de l'Appareil sans fil dans un paquet en liaison montante donné par l'intermédiaire de l'application de l'Appareil sans fil;

Valeurs admises: SSLOT, DSLOT (voir Tableau B.22).

UniqueID:

Ce paramètre indique l'identifiant unique de l'Appareil sans fil (voir Figure C.3).

RevisionID:

Ce paramètre indique la version de protocole de l'Appareil sans fil détecté (voir IEC 61131-9:2022, B.1.5).

9.3.2.6 SM_TrackScanEnd (Maître)

Le service SM_TrackScanEnd est utilisé pour indiquer la fin du mode balayage. Les paramètres de la primitive de service sont énumérés dans le Tableau 104.

Tableau 104 – SM_TrackScanEnd

Nom du paramètre	.ind
<none>	

9.3.2.7 SM_SetPortConfig

Le service SM_SetPortConfig est utilisé pour définir la configuration demandée de l'Appareil sans fil. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 105.

Tableau 105 – SM_SetPortConfig

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
ParameterList	O	
Result (+)		S
W-Port		O
Result (-)		S
W-Port		O
ErrorInfo		O

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

ParameterList:

Ce paramètre contient les paramètres configurés du Port sans fil et de l'Appareil sans fil d'un Port sans fil du Maître sans fil.

Type de paramètre: enregistrement.

Éléments de l'enregistrement:

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil (voir TDMapper, 6.2.2).

Slot_N:

Ce paramètre contient le numéro de créneau temporel au sein du numéro de Voie sans fil correspondant (voir TDMapper, 6.2.2)

Track_N:

Ce paramètre sélectionne le numéro de Voie sans fil auquel le Port sans fil est attribué (voir TDMapper, 6.2.2).

SlotType:

Ce paramètre contient le type de créneau temporel pour l'Appareil sans fil correspondant

Valeurs admises: SSLOT, DSLOT (voir Tableau B.22).

TargetMode:

Ce paramètre indique le mode de fonctionnement demandé du Port sans fil

Valeurs admises: INACTIVE, CYCLIC, ROAMING

UniqueID:

Longueur de données: 9 octets

ConfiguredCycleTimeOut

Ce paramètre contient la durée de cycle demandée pour les données de processus de sortie en mode OPERATE.

Valeurs admises:

1 octet, temps codé conformément à C.4.12.

ConfiguredCycleTimeIn

Ce paramètre contient la durée de cycle demandée pour les données de processus d'entrée pour le mode OPERATE.

Valeurs admises:

1 octet, temps codé conformément à C.4.12

IMATime:

Ce paramètre contient la durée IMA demandée pour le mode OPERATE

Valeurs admises: 2 octets, temps codé conformément à C.4.4.3.

MaxRetry:

Ce paramètre contient le nombre maximal de nouvelles tentatives pour une transmission en mode OPERATE

Valeurs admises: voir Tableau C.9.

ConfiguredRevisionID (CRID):

Longueur de données: 1 octet pour le RevisionID (voir Tableau B.23).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

InspectionLevel:

Valeurs admises: NO_CHECK, TYPE_COMP, IDENTICAL (voir Tableau 106).

ConfiguredVendorID (CVID):

Longueur de données: 2 octets

NOTE Les VendorID sont attribués par la communauté IO-Link.

ConfiguredDeviceID (CDID):

Longueur de données: 3 octets

ConfiguredFunctionID (CFID):

Longueur de données: 2 octets

ConfiguredSerialNumber (CSN):

Longueur de données: jusqu'à 16 octets

MaxPDSegLength (uniquement Maître sans fil):

Ce paramètre contient la longueur de segment maximale des données de processus de sortie pour que le module de traitement des messages puisse distribuer ces données au sein de plusieurs Cycles sans fil.

DeviceTxPower:

Ce paramètre contient le niveau de puissance d'émission de l'Appareil sans fil.

Valeurs admises: 1 à 255 (voir 10.10 "Description d'E/S d'un Appareil sans fil (IODD sans fil)" pour la définition)

LowPowerDevice:

Valeurs admises: YES, NO.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée);

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Le Tableau 106 spécifie le codage des différents niveaux de vérification (InspectionLevel).

Tableau 106 – Définition des niveaux de vérification (InspectionLevel, IL)

Paramètre	InspectionLevel (IL)		
	NO_CHECK	TYPE_COMP	IDENTICAL
DeviceID (DID) (compatible)	-	Oui (RDID=CDID)	Oui (RDID=CDID)
VendorID (VID)	-	Oui (RVID=CVID)	Oui (RVID=CVID)
SerialNumber (SN)	-	-	Oui (RSN = CSN)
NOTE Pour les Appareils sans fil avec SerialNumber manquant, l'IL ne doit pas être défini sur IDENTICAL.			

Le Tableau 107 spécifie le codage des différents modes cibles.

Tableau 107 – Définitions des modes cibles

Mode Cible	Définition
INACTIVE	Communication désactivée
CYCLIC	Le Maître sans fil fonctionne en mode cyclique. (Performance complète)
ROAMING	Le Maître sans fil fonctionne en mode itinérance. (Performance limitée)

9.3.2.8 SM_GetPortConfig

Le service SM_GetPortConfig est utilisé pour acquérir la configuration courante (réelle) de l'Appareil sans fil. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 108.

Tableau 108 – SM_GetPortConfig

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
W-Port	O	
Result (+)		S
ParameterList		O
Result (-)		S
W-Port		O
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ParameterList:

Ce paramètre contient les paramètres configurés du Port sans fil et de l'Appareil sans fil d'un Port sans fil du Maître sans fil.

Type de paramètre: enregistrement

Éléments de l'enregistrement:

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil (voir TDMapper, 6.2.2).

Slot_N:

Ce paramètre contient le numéro de créneau temporel au sein du numéro de Voie sans fil correspondant (voir TDMapper, 6.2.2).

Track_N:

Ce paramètre sélectionne le numéro de Voie sans fil auquel le Port sans fil est attribué (voir TDMapper, 6.2.2).

SlotType:

Ce paramètre contient le type de créneau temporel pour l'Appareil sans fil correspondant.

Valeurs admises: SSLOT, DSLOT (voir Tableau B.22).

TargetMode:

Ce paramètre indique le mode de fonctionnement demandé du Port sans fil.

Valeurs admises: INACTIVE, CYCLIC, ROAMING

RealUniqueID:

Longueur de données: 9 octets

Ce paramètre contient l'UniqueID de l'Appareil sans fil appairé.

RealCycleTimeOut:

Ce paramètre contient la durée de cycle courante (réelle) pour les données de processus de sortie en mode OPERATE.

Valeurs admises: 1 octet, temps codé conformément à C.4.12.

RealCycleTimeIn:

Ce paramètre contient la durée de cycle courante (réelle) pour les données de processus d'entrée en mode OPERATE.

Valeurs admises: 1 octet, temps codé conformément à C.4.12.

IMATime:

Ce paramètre contient la durée IMA demandée pour le mode OPERATE.

Valeurs admises: 2 octets, temps codé conformément à C.4.12.

MaxRetry:

Ce paramètre contient le nombre maximal de nouvelles tentatives pour une transmission en mode OPERATE

Valeurs admises: voir Tableau C.9.

RealRevision (RRID):

Longueur de données: 1 octet pour le RevisionID (voir IEC 61131-9:2022, B.1.5).

RealVendorID (RVID):

Longueur de données: 2 octets

NOTE Les VendorID sont attribués par la communauté IO-Link.

RealDeviceID (RDID):

Longueur de données: 3 octets

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

RealFunctionID (RFID):

Longueur de données: 2 octets

RealSerialNumber (RSN):

Longueur de données: jusqu'à 16 octets

MaxPDSegLength (uniquement Maître sans fil):

Ce paramètre contient la longueur de segment maximale des données de processus de sortie pour que le module de traitement des messages puisse distribuer ces données.

Données dans plusieurs Cycles sans fil.

DeviceTxPower:

Ce paramètre contient le niveau de puissance d'émission de l'Appareil sans fil.

Valeurs admises: 1 à 255 (voir 10.10 "Description d'E/S d'un Appareil sans fil (IODD sans fil)" pour la définition)

LowPowerDevice:

Valeurs admises: YES, NO

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée).

9.3.2.9 SM_PortPairing

Le service SM_PortPairing permet d'associer un Appareil sans fil au Maître sans fil. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 109.

Tableau 109 – SM_PortPairing

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
W-Port	O	
PairingMethod	O	
Timeout	O	
Result (+)		S
W-Port		O
Result (-)		S
W-Port		O
ErrorInfo		O

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil

PairingMethod:

Ce paramètre indique le mode d'appairage qui doit être utilisé.

Valeurs admises:

PAIRING_BUTTON;

PAIRING_UNIQUE;

UNPAIRING;

PAIRING_ABORTED.

Timeout:

ce paramètre contient la temporisation, en secondes, pour une tentative d'appairage. Voir Tableau H.7 (définition de PAIRING_BUTTON_TIMEOUT, PAIRING_UNIQUE_TIMEOUT)

Valeurs admises: PAIRING_BUTTON_TIMEOUT, PAIRING_UNIQUE_TIMEOUT

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fi

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur

Valeurs admises:

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée);

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

9.3.2.10 SM_PortMode

Le service SM_PortMode est utilisé pour indiquer des changements ou des défauts du mode de communication local. Ceux-ci doivent être notifiés à l'application du Maître sans fil. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 110.

Tableau 110 – SM_PortMode

Nom du paramètre	.ind
Argument	O
W-Port	O
Mode	O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil.

Mode:

Valeurs admises:

PAIRING_SUCCESS (L'Appareil sans fil a été appairé);

PAIRING_TIMEOUT (L'Appareil sans fil n'a pas été appairé dans le délai donné);

INACTIVE (Communication désactivée);

PORTREADY (Configuration du Port sans fil réussie);

COMREADY (Communication établie et inspection réussie);

OPERATE (Le Port sans fil est prêt à échanger des données de processus);

COMLOST (Échec de communication; nouvelle procédure de synchronisation exigée);

REVISION_FAULT (Version de protocole incompatible);

COMP_FAULT (Appareil sans fil incompatible ou Appareil hérité selon l'InspectionLevel);

SERNUM_FAULT (SerialNumber non concordant selon l'InspectionLevel);

CYCTIME_FAULT (L'Appareil ne prend pas en charge la durée de cycle configurée).

9.3.2.11 SM_GetPortQuality

Le service SM_GetPortQuality permet d'acquérir la qualité d'une connexion entre le Maître sans fil et un Appareil sans fil (voir 5.5.6). Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 111.

Tableau 111 – SM_GetPortQuality

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
W-Port	O	
Result (+)		S
W-Port		O
LQI_M		O
RSSI_M		O
LQI_D		O
RSSI_D		O
Result (-)		S
W-Port		O
ErrorInfo		O

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil

LQI_M:

Ce paramètre contient le LQI de qualité de liaison du Port du Maître sans fil, délivré au moyen du service PL_QualityService.

Valeurs admises: 0 à 100 %, INVALID (voir Tableau C.14).

RSSI_M:

Ce paramètre contient la RSSI du Port du Maître sans fil, délivrée au moyen du service PL_QualityService.

Valeurs admises: -128 à 20, INVALID (voir Tableau C.15)

LQI_D:

Ce paramètre contient le LQI de l'Appareil sans fil. La valeur doit être demandée par l'intermédiaire de DL_Read (ISDU). Dans le cas d'Appareils sans fil basse consommation, la valeur de PL_QualityService doit être utilisée.

Valeurs admises: 0 à 100 %, INVALID (voir Tableau C.14)

RSSI_D:

Ce paramètre contient la RSSI de l'Appareil sans fil. La valeur doit être demandée par l'intermédiaire de DL_Read (ISDU). Dans le cas d'Appareils sans fil basse consommation, la valeur de PL_QualityService doit être utilisée.

Valeurs admises: -128 à 20, INVALID (voir Tableau C.15)

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil

Quality:

Ce paramètre contient la qualité de connexion d'un Appareil sans fil.

Valeurs admises: 0 à 100 %.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué

W-Port:

Ce paramètre contient le numéro de Port sans fil

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur

Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

9.3.2.12 SM_Operate

Le service SM_Operate demande à la Gestion système de calculer la WMasterCycleTime (voir C.4.12) des ports lorsqu'ils sont acquittés de manière positive avec Result (+). Ce service est en vigueur sur tous les ports. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 112.

Tableau 112 – SM_SetPortConfig_AUTOCOM

Nom du paramètre	.req	.cnf
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué

ErrorInfo

Ce paramètre contient les informations d'erreur

Valeurs admises:

TIMING_CONFLICT (la combinaison demandée de durées de cycle pour les ports activés n'est pas possible)

9.3.3 Protocole SM du Maître sans fil

9.3.3.1 Vue d'ensemble

Du fait des caractéristiques exhaustives de la configuration, du paramétrage et des fonctionnalités opérationnelles de la SDCI sans fil, la description du comportement à l'aide de diagrammes d'états devient quelque peu complexe. Comme pour les diagrammes d'états de la couche DL, le présent paragraphe 9.3.3 utilise la possibilité de disposer de sous-diagrammes dans les diagrammes d'états principaux.

Les méthodes globales de vérification de la compatibilité sont réalisées au sein des états des sous-diagrammes. Ces méthodes sont indiquées par les champs "Appliquer méthode" dans les graphes d'états, par exemple à la Figure 80.

La logique décisionnelle correspondante est représentée par des diagrammes d'activités (voir Figure 82, Figure 83, Figure 84 et Figure 85).

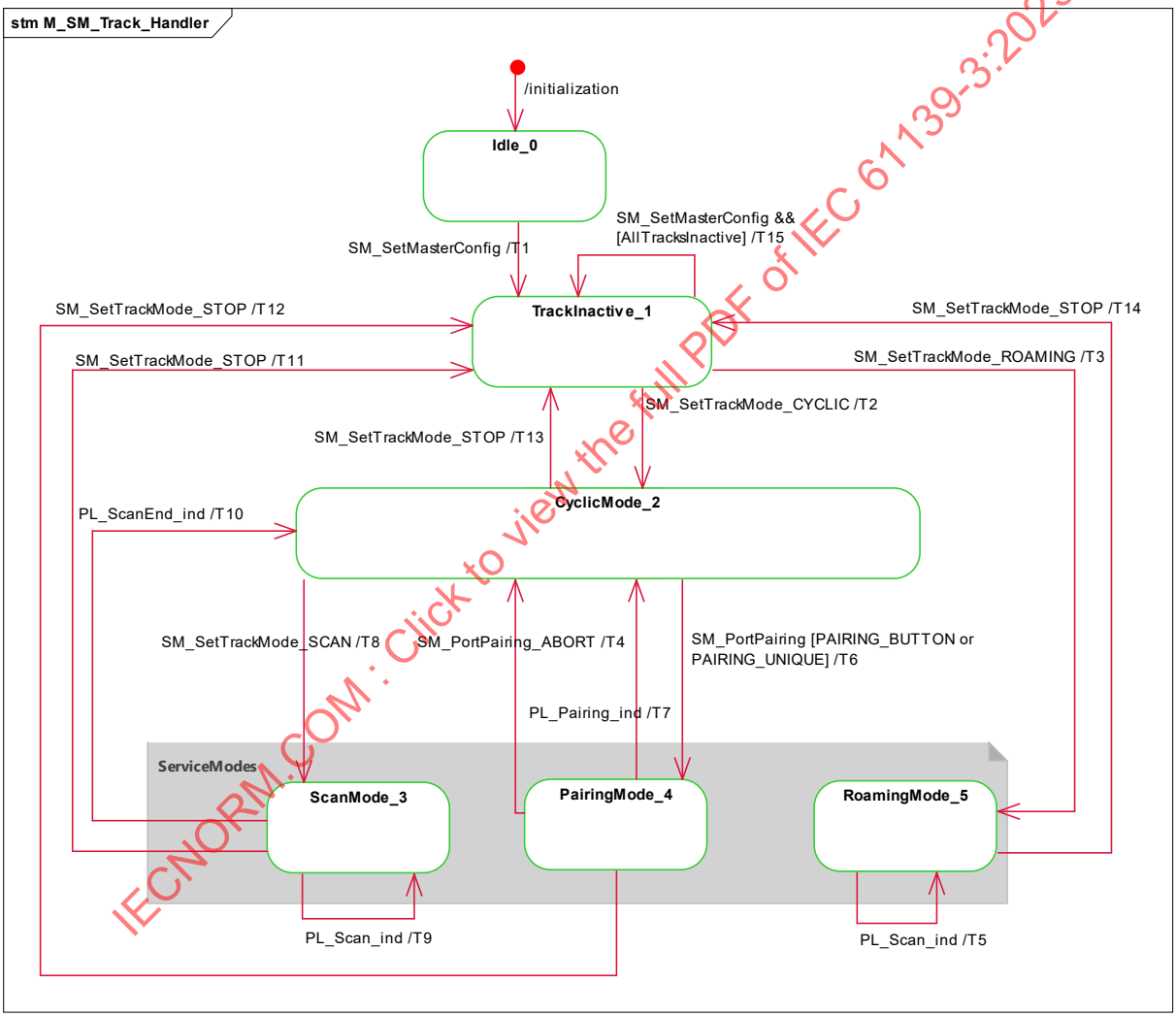
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

9.3.3.2 Diagrammes d'états de la SM du Maître sans fil

9.3.3.2.1 Diagramme d'états du module de traitement des Voies sans fil du Maître sans fil

La Figure 79 représente le diagramme d'états principal du module de traitement des Voies sans fil du Maître sans fil. Les Voies sans fil sont configurées (MasterID, Blocklist...) et, une fois le réglage actif, les différents modes de fonctionnement (CYCLIC, ROAMING...) peuvent être définis. Le service PL_Scan délivre chaque Appareil sans fil qui a été détecté au cours d'un balayage.

Le Tableau 113 spécifie les tables de transitions d'états du module de traitement des Voies sans fil du Maître sans fil.



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 79 – Diagramme d'états du module de traitement des Voies sans fil du Maître sans fil

Tableau 113 – Tables de transitions d'états du module de traitement des Voies sans fil du Maître sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Idle_0	-
TrackInactive_1	L'état est saisi après la configuration de la Voie sans fil effectuée au moyen de SM_SetMasterConfig. Attente de l'activation du mode de fonctionnement (CYCLIC ou ROAMING).
CyclicMode_2	La voie est active (mode cyclique). L'application passerelle échange des données de processus et est prête à envoyer ou recevoir des données à la demande.
ScanMode_3	La voie est active (mode balayage) et balaye les Appareils sans fil non appairés par l'intermédiaire des canaux de configuration. Les Appareils sans fil détectés sont signalés à l'application par l'intermédiaire de SM_TrackScanResult.
PairingMode_4	La voie est active (mode appairage). De plus, les canaux de configuration sont actifs. Cet état est automatiquement abandonné par PL_Pariring.ind si un appairage est effectué.
RoamingMode_5	La voie est active (mode itinérance). De plus, les canaux de configuration sont actifs. Les Appareils sans fil détectés sont signalés à l'application par l'intermédiaire de SM_TrackScanResult.

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	Invoque PL_SetTrackConfig() pour configurer toutes les Voies sans fil du Maître sans fil disponibles avec MasterID et Blocklist identiques: PL_SetTrackConfig.req (MasterID, BlockList, Track_N++, SyncTrack). Les Voies sans fil doivent être configurées de la manière suivante: Chaque Voie sans fil doit obtenir un numéro de Voie sans fil unique de 0 à 4, (par exemple, numérotation consécutive → Track_N++). Le numéro donné dans SM_SetMasterConfig(SyncMaster) sélectionne la Voie sans fil qui doit devenir SyncTrack = YES (sauf SyncMaster = 5).
T2	1	2	Invoque PL_SetMode (CYCLIC)
T3	1	5	Invoque PL_SetMode (ROAMING)
T4	4	2	Invoque DL_Write.req(WirelessSystemCfg)
T5	5	5	Invoque SM_TrackScanResult pour signaler les Appareils sans fil non appairés à proximité de la Voie sans fil
T6	2	4	—
T7	4	2	—
T8	2	3	Invoque PL_SetMode (SCAN).
T9	3	3	Voir T5
T10	3	2	La procédure de balayage est terminée et signalée par la PL au moyen du service PL_ScanEnd.ind Invoque SM_TrackScanEnd.ind
T11	3	1	Invoque PL_SetMode (STOP)
T12	4	1	Voir T11
T13	2	1	Voir T11
T14	5	1	Voir T11
T15	1	1	Voir T1

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
AllTracksInactive	Bool	Cette valeur est définie si toutes les Voies sans fil sont dans l'état TrackInactive_0

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

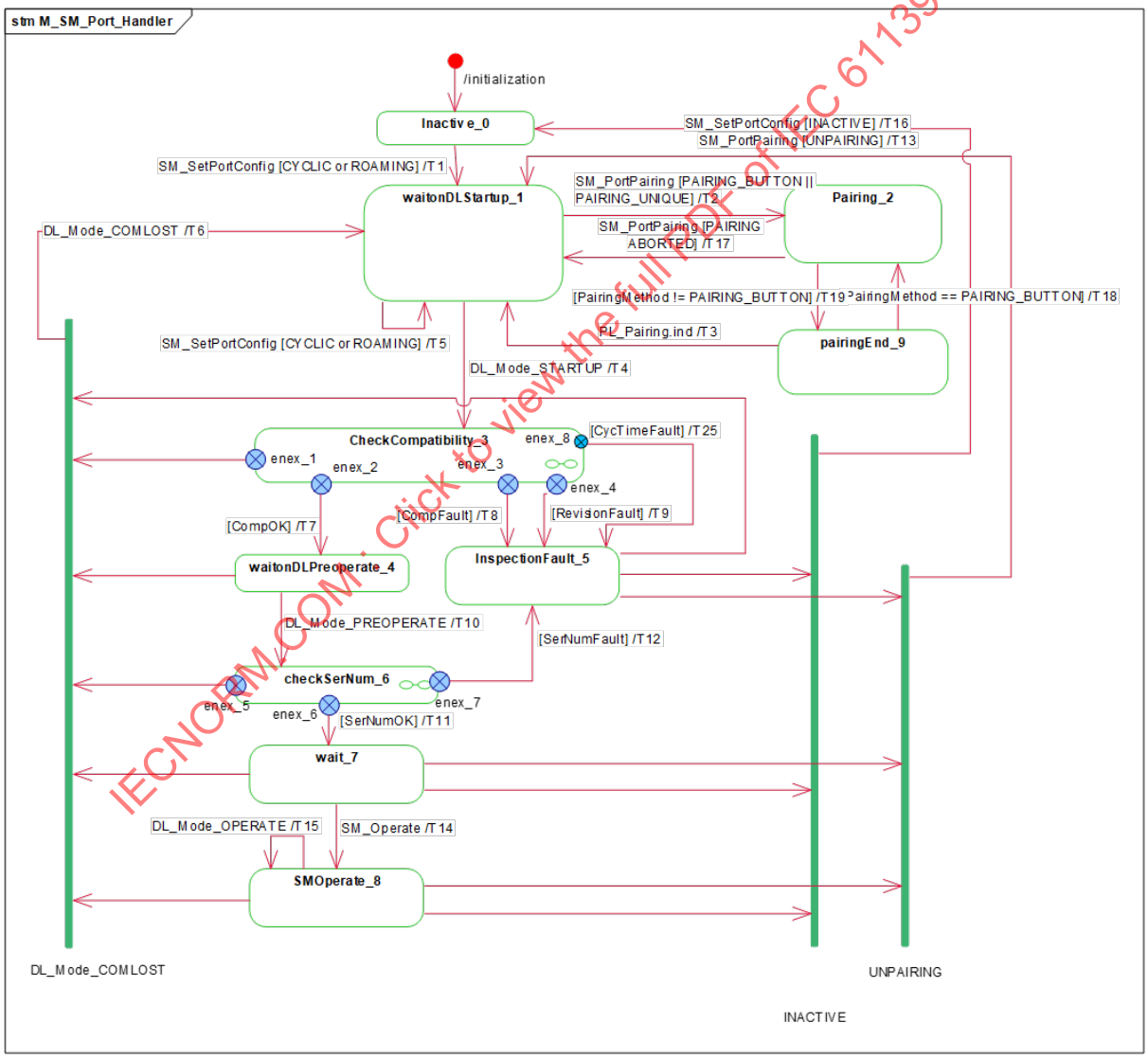
9.3.3.2.2 Diagramme d'états du module de traitement des Ports sans fil

La Figure 80 représente le diagramme d'états principal du module de traitement des Ports sans fil du Maître. Deux sous-diagrammes pour la compatibilité et la vérification de SerialNumber sont spécifiés dans les sections suivantes. En cas d'interruption de la communication, la Gestion système est informée au moyen du service DL_Mode (COMLOST). Seul le service SM_SetPortConfig permet de reconfigurer un port. Le service SM_PortPairing permet l'appairage et le désappairage d'un Appareil sans fil. Le service SM_Operate (en vigueur sur tous les ports) n'a d'effet dans aucun état, sauf dans l'état "wait_7".

Le SerialNumber d'un Appareil sans fil pur doit suivre les règles en C.4.7 "SerialNumber", car le mécanisme d'appairage couvre la vérification de l'identité de l'Appareil sans fil.

Un Pont sans fil doit acheminer le SerialNumber de son Appareil SDCI connecté pour prendre en charge la vérification du SerialNumber pour l'InspectionLevel de la même manière que pour un appareil filaire pur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



Anglais	Français
INACTIVE	INACTIF/EN ATTENTE
UNPAIRING	DÉSAPPAIRAGE

Figure 80 – Diagramme d'états du module de traitement des Ports sans fil

Le Tableau 114 représente les tables de transitions d'états du module de traitement des Ports sans fil du Maître sans fil.

Tableau 114 – Tables de transitions d'états du module de traitement des Ports sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Inactive_0	Attente de la configuration du Port sans fil à partir du gestionnaire de configuration des Ports sans fil
waitonDLStartup_1	Attente de synchronisation de l'Appareil sans fil
Pairing_2	Attente de réponse d'appairage de la part de la PL
CheckCompatibility_3	Le Port sans fil démarre et la version ainsi que la compatibilité de l'Appareil sans fil sont vérifiées. Voir Figure 81.
waitonDLPreoperate_4	Attend jusqu'à ce que l'état PREOPERATE soit établi et que tous les modules de traitement des données à la demande aient démarré. Le Port sans fil est prêt pour la communication.
InspectionFault_5	Le Port sans fil est prêt pour la communication. Cependant, l'échange cyclique de données de processus ne peut pas être effectué à cause d'incompatibilités.
CheckSerNum_6	Le numéro de série est vérifié en fonction du niveau de vérification (IL). Voir Figure 85.
wait_7	Le Port sans fil est prêt à communiquer et attend le service SM_Operate de la CM.
SM Operate_8	Le Port sans fil est à l'état OPERATE et effectue l'échange cyclique de données de processus.
pairingEnd_9	Attend la fin de l'appairage. Utilisé pour vérifier que le dernier processus d'appairage était un appairage par bouton.

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	Invoque PL_SetSlotConfig avec configuration de Port sans fil à partir du gestionnaire de configuration des Ports sans fil Invoque DL_SetMode.req (STARTUP) Invoque DL_SetParam(ValueList) Invoque DL_TDConfig(ValueList)
T2	1	2	Invoque PL_Pairing.req (PAIRING_BUTTON ou PAIRING_UNIQUE) en fonction de la méthode d'appairage dans SM_PortPairing.
T3	9	1	Invoque SM_PortMode.ind (PAIRING_SUCCESS ou PAIRING_TIMEOUT). Si UniqueID après un appairage par bouton est modifié par rapport à l'UniqueID configuré: invoque EventMsg.ind(IOLW_UniqueID_Changed, LOCAL) vers l'application du Maître sans fil pour invoquer la relecture de la configuration du port.
T4	1	3	VerRetry = 0, CompRetry = 0
T5	1	1	Voir T1
T6	3,4,5,6,7,8	1	Invoque DL_SetMode.req (STARTUP) et SM_PortMode.ind (COMLOST) en raison d'un défaut de communication
T7	3	4	Écrit MasterCmd (DevicePreoperate); Invoke DL_SetMode.req (PREOPERATE, ValueList).
T8	3	5	Invoque SM_PortMode.ind (COMP_FAULT); Écrit MasterCmd (DevicePreoperate); DL_SetMode.req (PREOPERATE, ValueList)
T9	3	5	Invoque SM_PortMode.ind (REVISION_FAULT); Écrit MasterCmd (DevicePreoperate); DL_SetMode.req (PREOPERATE, ValueList);
T10	4	6	-

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T11	6	7	Invoque SM_PortMode.ind (COMREADY)
T12	6	5	Invoque SM_PortMode.ind (SERNUM_FAULT)
T13	5,7,8	1	Écrit MasterCmd (UNPAIRING) Invoque PL_Pairing.req (UNPAIRING)
T14	7	8	Écrit MasterCmd (DeviceOperate). Invoque DL_SetMode.req (OPERATE, ValueList)
T15	8	8	Invoque SM_PortMode.ind (OPERATE)
T16	5,7,8	0	Écrit MasterCmd (Inactive) SM_PortMode.ind (INACTIVE), DL_SetMode.req (INACTIVE)
T17	2	1	La procédure d'appairage est annulée par l'application du Maître sans fil. Invoque PL_Pairing(ABORT)
T18	2	9	Met à jour l'identifiant unique pour la Voie sans fil à laquelle l'Appareil sans fil doit être appairé. Invoque PL_SetSlotConfig().
T19	2	9	-
T25	3	5	SM_PortMode.ind(CYCTIME_FAULT); DL_SetMode.req(PREOPERATE, ValueList)

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
CycTimeFault	Bool	Voir Figure 83; variable d'erreur CYCTIME_FAULT
CompOK	Bool	Voir Figure 83
CompFault	Bool	Voir Figure 83; variable d'erreur COMP_FAULT
RevisionFault	Bool	Voir Figure 82; variable d'erreur REVISION_FAULT
SerNumFault	Bool	Voir Figure 86; variable d'erreur SERNUM_FAULT
SerNumOK	Bool	Voir Figure 86
INACTIVE	Variable	Mode cible dans le service SM_SetPortConfig
CYCLIC, ROAMING	Variables	Modes cibles dans le service SM_SetPortConfig
MasterCmd	Service	DL_Write(0x00, 0x01…)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

9.3.3.2.3 Sous-diagrammes de la SM du Maître sans fil

La Figure 81 représente le sous-diagramme CheckCompatibility_3 du module de traitement des Ports sans fil du Maître. Le Tableau 115 spécifie les tables de transitions d'états du sous-diagramme CheckCompatibility_3 du module de traitement des Ports sans fil.

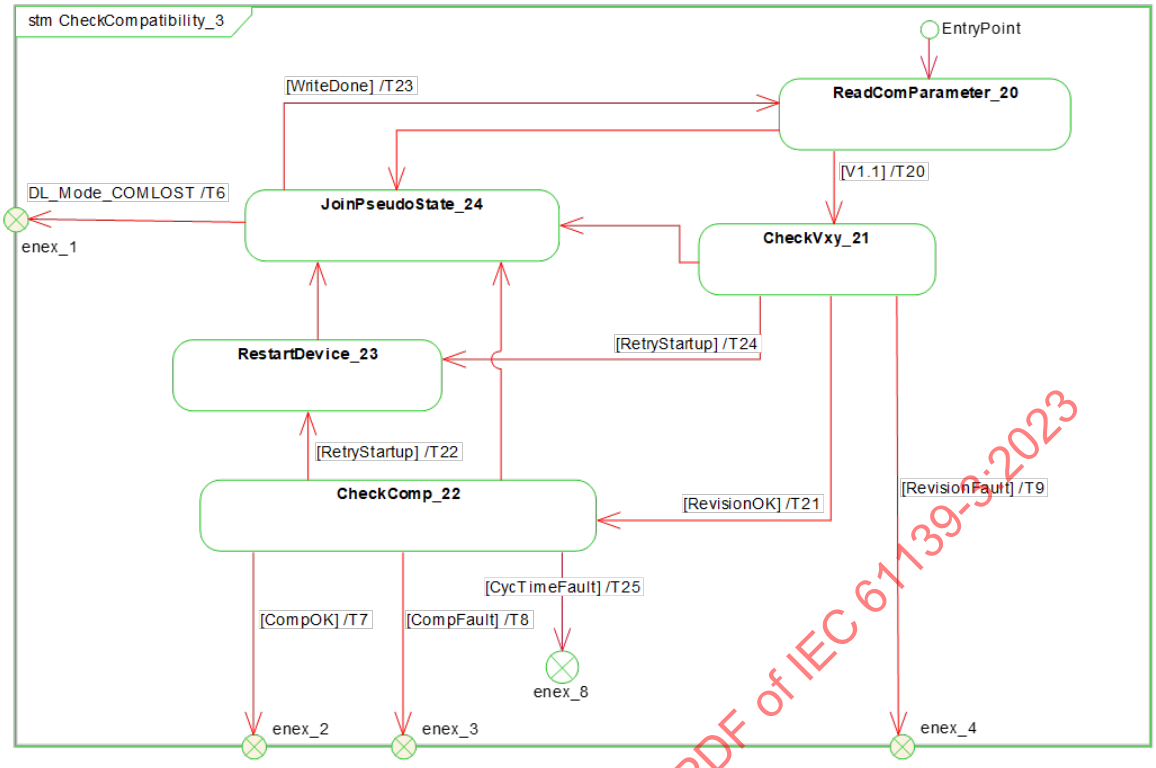


Figure 81 – Sous-diagramme CheckCompatibility_3 du module de traitement des Ports sans fil

Tableau 115 – Tables de transitions d'états du sous-diagramme CheckCompatibility_3 du module de traitement des Ports sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
ReadComParameter_20	Écrit le Paramètre sans fil dans WirelessSystemCfg par DL_Write(IMATime, MaxRetry, TxPower). Acquiert les paramètres de communication de la Page 1 de Paramètres directs (0x03 à 0x07, voir Tableau C.1) et WCycleTime (voir C.4.12) au moyen du service DL_Read.
CheckVxy_21	Vérifie que la version (CRID) configurée correspond à la version (RRID) en cours (réelle) conformément à la Figure 82
CheckComp_22	Acquiert des paramètres d'identification de la Page 1 de Paramètres directs (0x08 à 0x0E) au moyen du service DL_Read (voir Tableau C.1). Le niveau de vérification (IL) configuré définit la logique décisionnelle de la vérification de compatibilité ultérieure "CheckComp" conformément à la Figure 83
RestartDevice_23	Écrit les paramètres de compatibilité de la version de protocole configurée (CRID) et de l'identifiant de l'Appareil configuré (CDID) dans l'Appareil sans fil conformément à la Figure 84
JoinPseudoState_24	Ce pseudo-état est utilisé à la place d'un lien de jointure UML. Pas de protections.

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T20	20	21	-
T21	21	22	-
T22	22	23	CompRetry = CompRetry +1
T23	24	20	-
T24	21	23	VerRetry = VerRetry +1

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
CycTimeFault	Bool	Voir Figure 83; variable d'erreur CYCTIME_FAULT
CompOK	Bool	Voir Figure 83
CompFault	Bool	Voir Figure 83; variable d'erreur COMP_FAULT
RevisionFault	Bool	Voir Figure 82; variable d'erreur REVISION_FAULT
RevisionOK	Bool	Voir Figure 82
SerNumFault	Bool	Voir Figure 86; variable d'erreur SERNUM_FAULT
SerNumOK	Bool	Voir Figure 86
V1.0	Bool	La version de protocole réelle de l'Appareil sans fil connecté est conforme au présent du présent document
RetryStartup	Bool	Voir Figure 82 et Figure 83
VerRetry	Variable	Compteur interne
CompRetry	Variable	Compteur interne
WriteDone	Bool	Finalisation de la séquence du service de redémarrage

Certains états comportent des logiques complexes permettant de traiter les vérifications de compatibilité et de validité. Les figures de la Figure 82 à la Figure 85 représentent le contexte.

La Figure 82 représente la logique décisionnelle de la vérification de la version de protocole dans l'état "CheckVxy_21". Dans le cas d'Appareils sans fil configurés, la règle suivante s'applique: si la version configurée (CRID) et la version réelle (RRID) ne correspondent pas, le CRID est transmis à l'Appareil sans fil. Si l'Appareil sans fil ne l'accepte pas, le Maître sans fil renvoie une indication au moyen du service SM_Mode avec REV_FAULT.

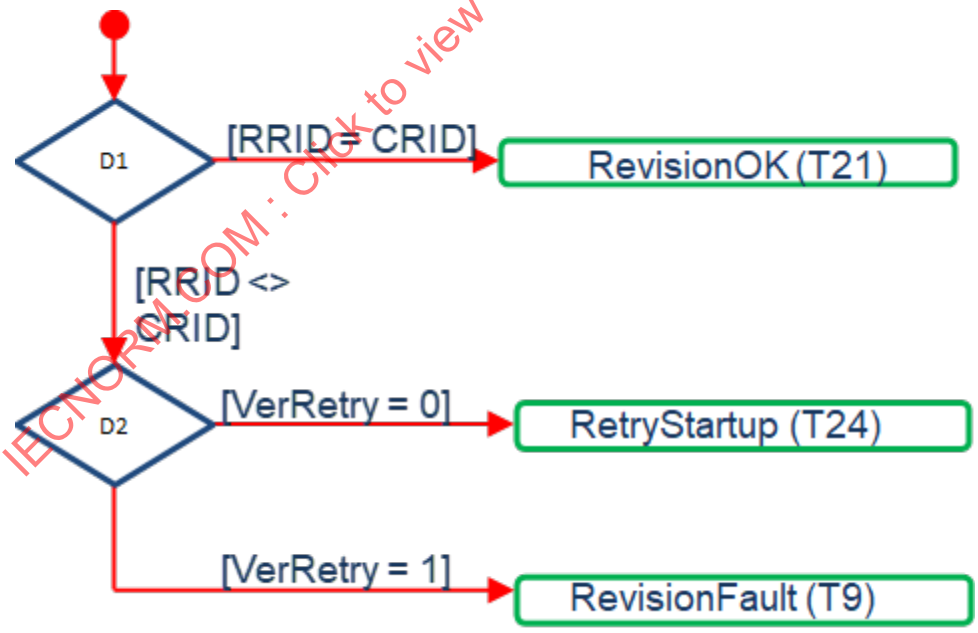
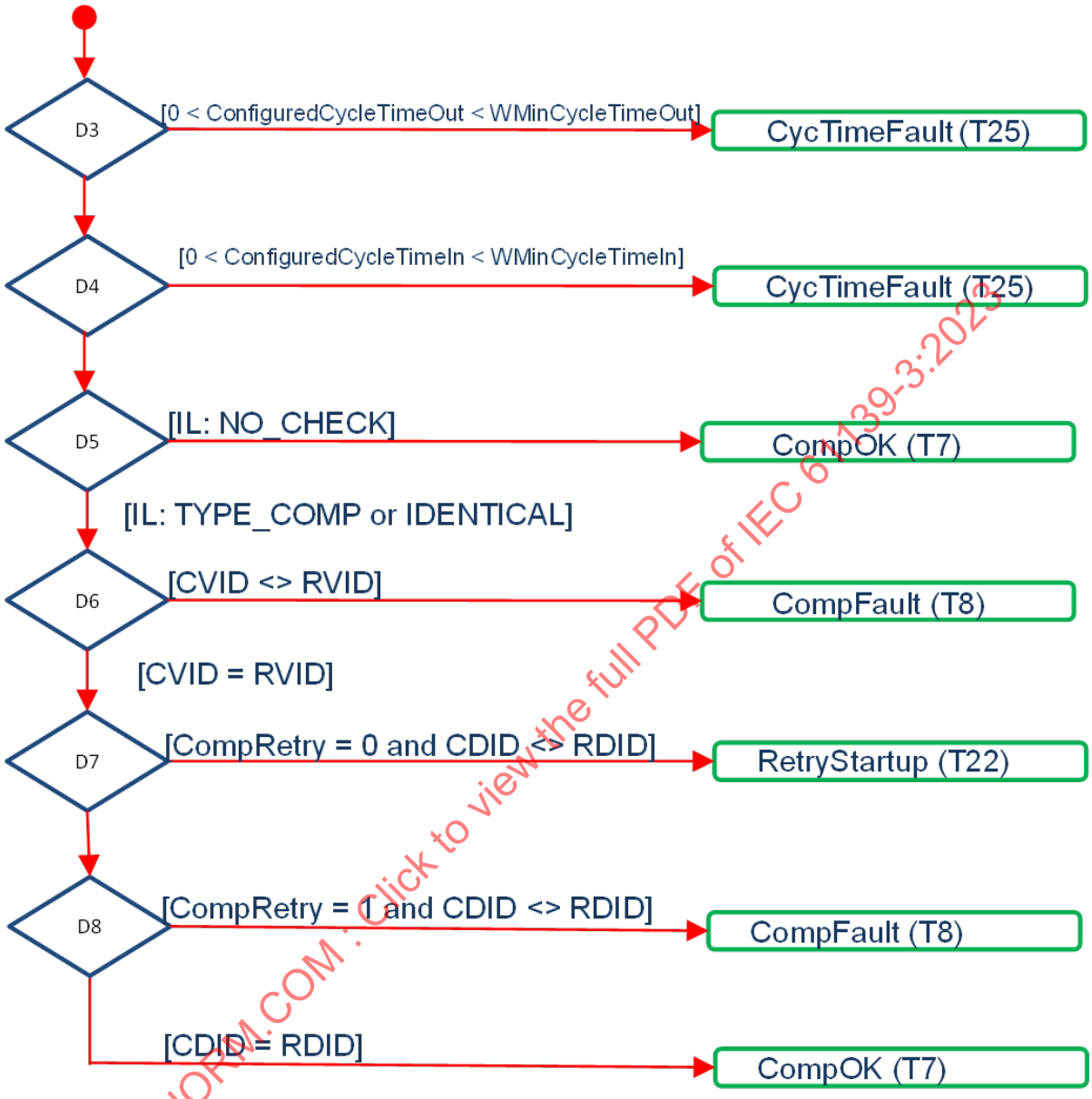


Figure 82 – Activités pour l'état "CheckVxy_21"

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

La Figure 83 représente la logique décisionnelle pour la vérification de compatibilité dans l'état "CheckComp_22".

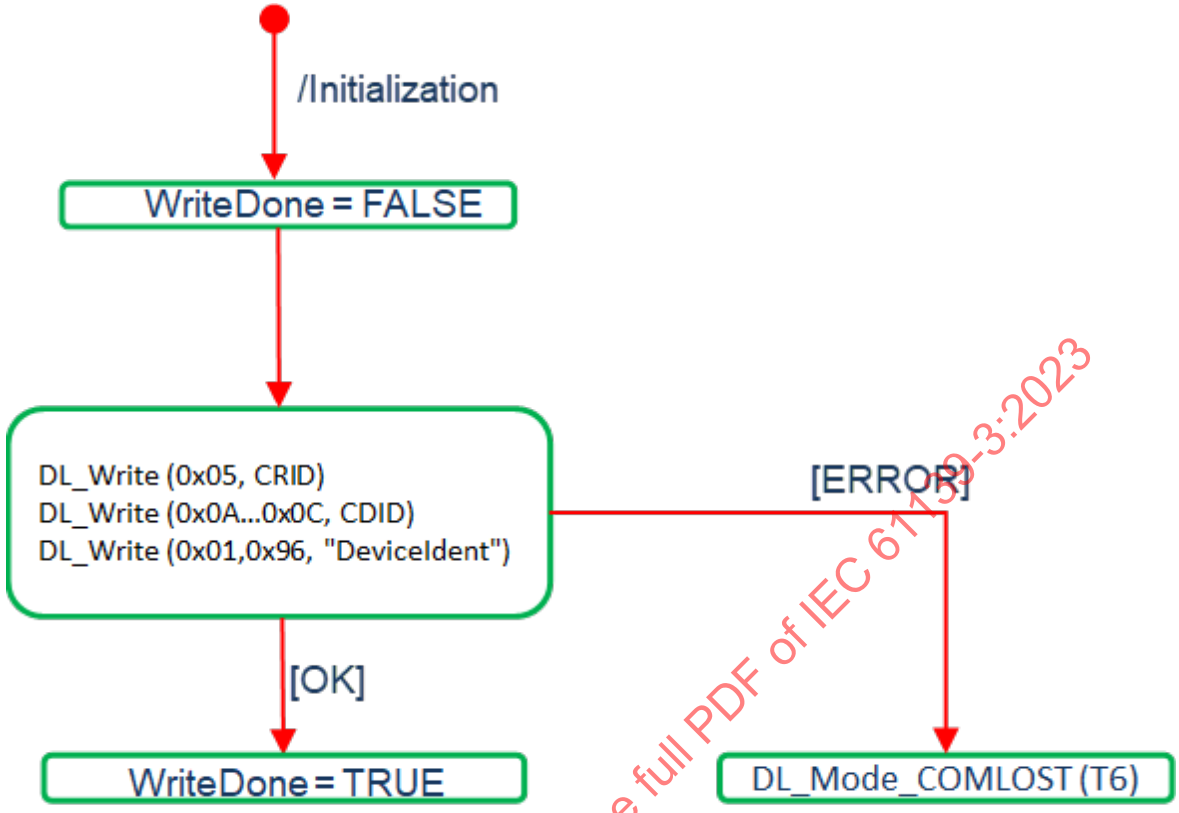


IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Anglais	Français
IL: TYPE_COMP or IDENTICAL	IL: TYPE_COMP ou IDENTICAL
[CompRetry = 0 and CDID <> RDID	[CompRetry = 0 et CDID <> RDID
[CompRetry = 1 and CDID <> RDID	[CompRetry = 1 et CDID <> RDID

Figure 83 – Activités pour l'état "CheckComp_22"

La Figure 84 représente l'activité (écriture de paramètres) dans l'état "RestartDevice_23".



Anglais	Français
WriteDone = FALSE	WriteDone = FALSE
[ERROR]	[ERROR]
WriteDone = TRUE	WriteDone = TRUE

Figure 84 – Activité (écriture de paramètres) dans l'état "RestartDevice_23"

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

La Figure 85 représente le sous-diagramme "checkSerNum_6" de la SM du Maître. L'état "CheckSerNum_31" peut être ignoré (option). Le Tableau 116 spécifie les tables de transitions d'états du sous-diagramme CheckSerNum_6 du module de traitement des Ports sans fil.

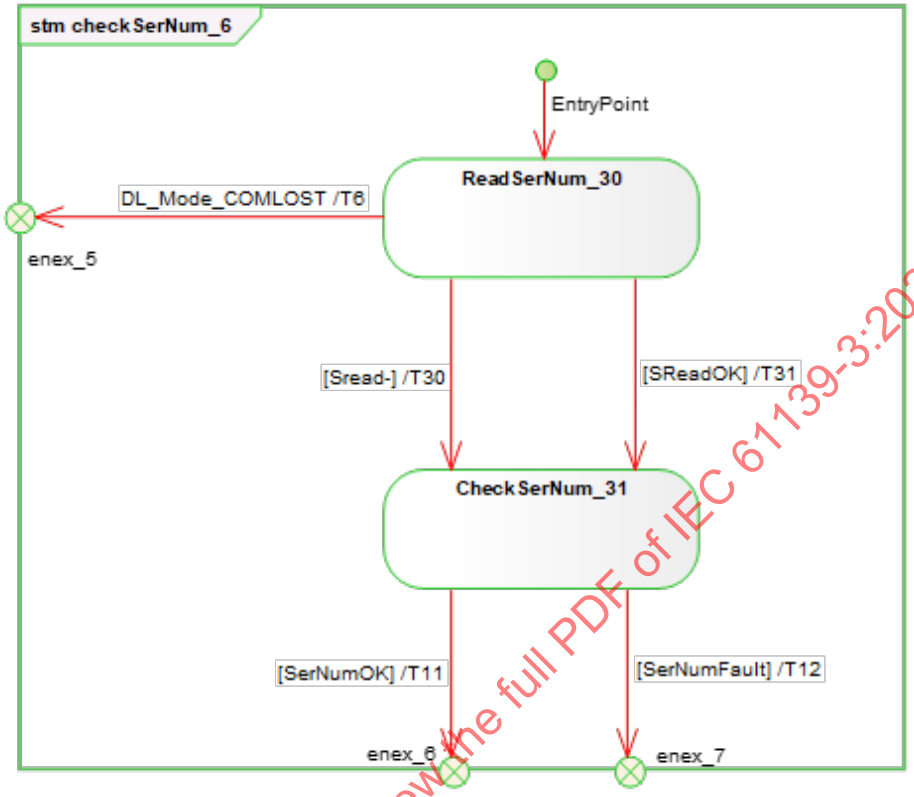


Figure 85 – Sous-diagramme CheckSerNum_6 du module de traitement des Ports sans fil

Tableau 116 – Tables de transitions d'états du sous-diagramme CheckSerNum_6 du module de traitement des Ports sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
ReadSerNum_30	Acquiert le numéro de série en provenance de l'Appareil sans fil par l'intermédiaire de AL_Read.req (Index: 0x0015). Une réponse positive (AL_Read(+)) donne lieu à SReadOK = true. Une réponse négative (AL_Read(-)) donne lieu à SRead- = true.
CheckSerNum_61	Facultatif: vérification du numéro de série ignorée ou vérifiée correctement.

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T30	30	31	—
T31	30	31	—

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
SRead-	Bool	Réponse négative du service AL_Read (Index 0x0015)
SReadOK	Bool	Lecture de numéro de série correcte
SERNumOK	Bool	Voir Figure 86
SERNumFault	Bool	Voir Figure 86

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

La Figure 86 représente la logique décisionnelle (activité) pour l'état CheckSerNum_6.

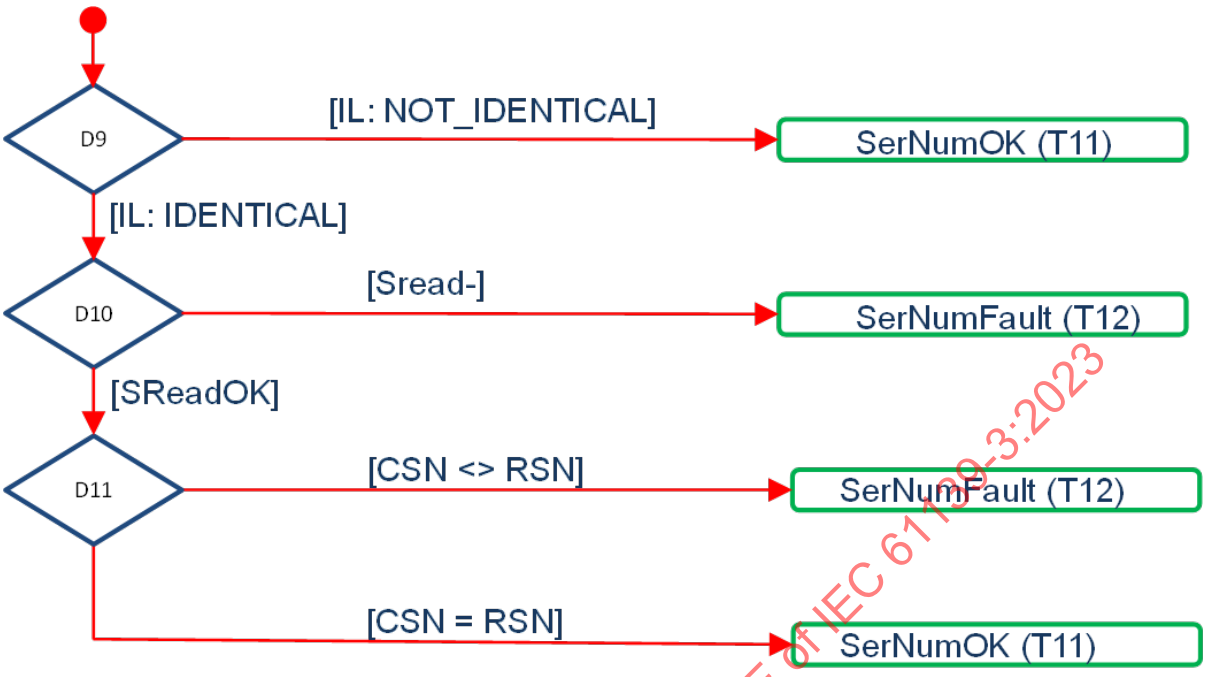


Figure 86 – Activités (vérification du numéro de série) pour l'état CheckSerNum_6

9.3.3.2.4 Diagramme d'états du module de traitement des AHT du Maître sans fil

La Figure 87 représente le diagramme d'états principal du module de traitement des AHT du Maître sans fil. La table de saut est configurée et mise à jour pour toutes les Voies sans fil et les Appareils sans fil connectés (voir Article H.4). Le Tableau 117 spécifie les tables de transitions d'états du module de traitement des AHT du Maître sans fil.

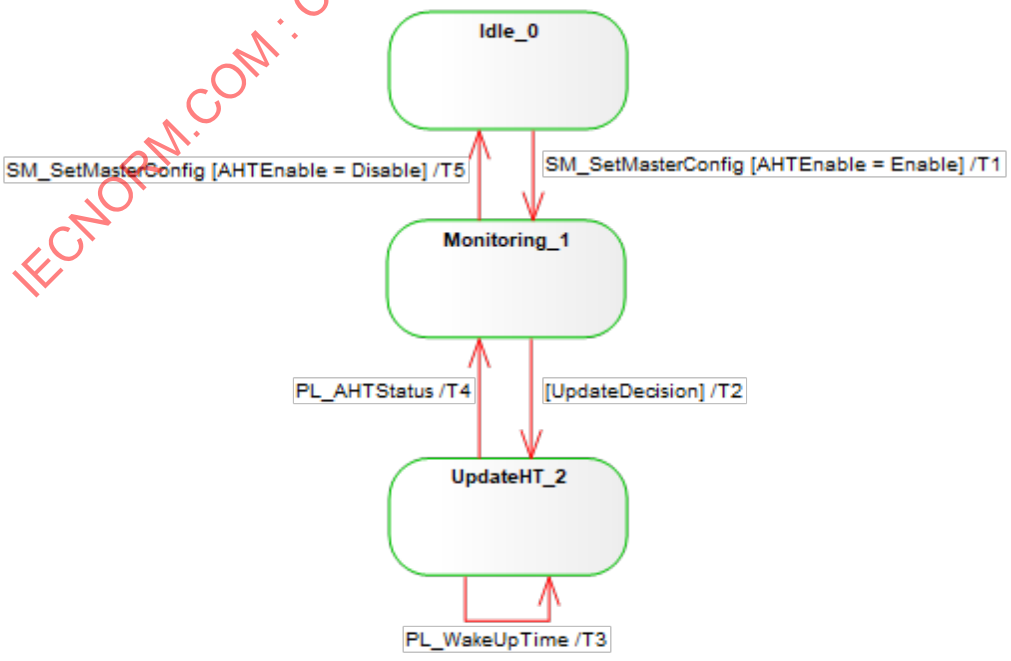


Figure 87 – Diagramme d'états du module de traitement des AHT du Maître sans fil

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 117 – Table de transitions d'états du module de traitement des AHT du Maître sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Idle_0	-
Monitoring_1	L'état surveille les fréquences de saut et décide d'effectuer ou non une mise à jour. Les données sont collectées par les services des fabricants de radios.
UpdateHT_2	Mise à jour de la séquence en cours.

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	Invoque PL_GetHopTable(Track_N) pour chaque numéro de Voie sans fil afin d'acquérir toutes les tables de saut du Maître sans fil. Définit AHTEnable = Enable.
T2	1	2	Invoque PL_SetWakeUpTime.req(WakeUpTime) Invoque PL_SetHopTable vers la Voie sans fil dédiée Appareils sans fil basse consommation: invoque DL_Write.req(WakeUp) Tous les Appareils sans fil ordinaires: invoque DL_Write.req(HopTable)
T3	2	2	Invoque DL_Write.req (HopTable + WakeUpTime)
T4	2	1	État: JUMP_SUCCESS — Invoque PL_SetHopTable vers toutes les autres Voies sans fil WAKE_UP_ABORT — Redémarre la séquence, invoque T2 JUMP_FAIL — Retourne à la table de saut précédente, invoque T2 STOP — La PL de la Voie sans fil s'est arrêtée, mise à jour annulée
T5	1	0	Définit AHTEnable = Disable

ÉLÉMENTS INTERNES	TYPE	DÉFINITION
AHTEnable	Variable	Indique le mode de fonctionnement de l'AHT, défini par SM_SetMasterConfig
UpdateDecision	Protection	Indique une décision de mise à jour de la table de saut

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

9.4 Gestion système de l'Appareil sans fil

9.4.1 Vue d'ensemble

La Figure 94 donne une vue d'ensemble de la structure et des services de la Gestion système de l'Appareil sans fil.

La Gestion système (SM) de l'Appareil sans fil fournit l'instance de contrôle centralisé par l'intermédiaire de la PL pendant toutes les phases d'initialisation, de démarrage de la communication et de communication.

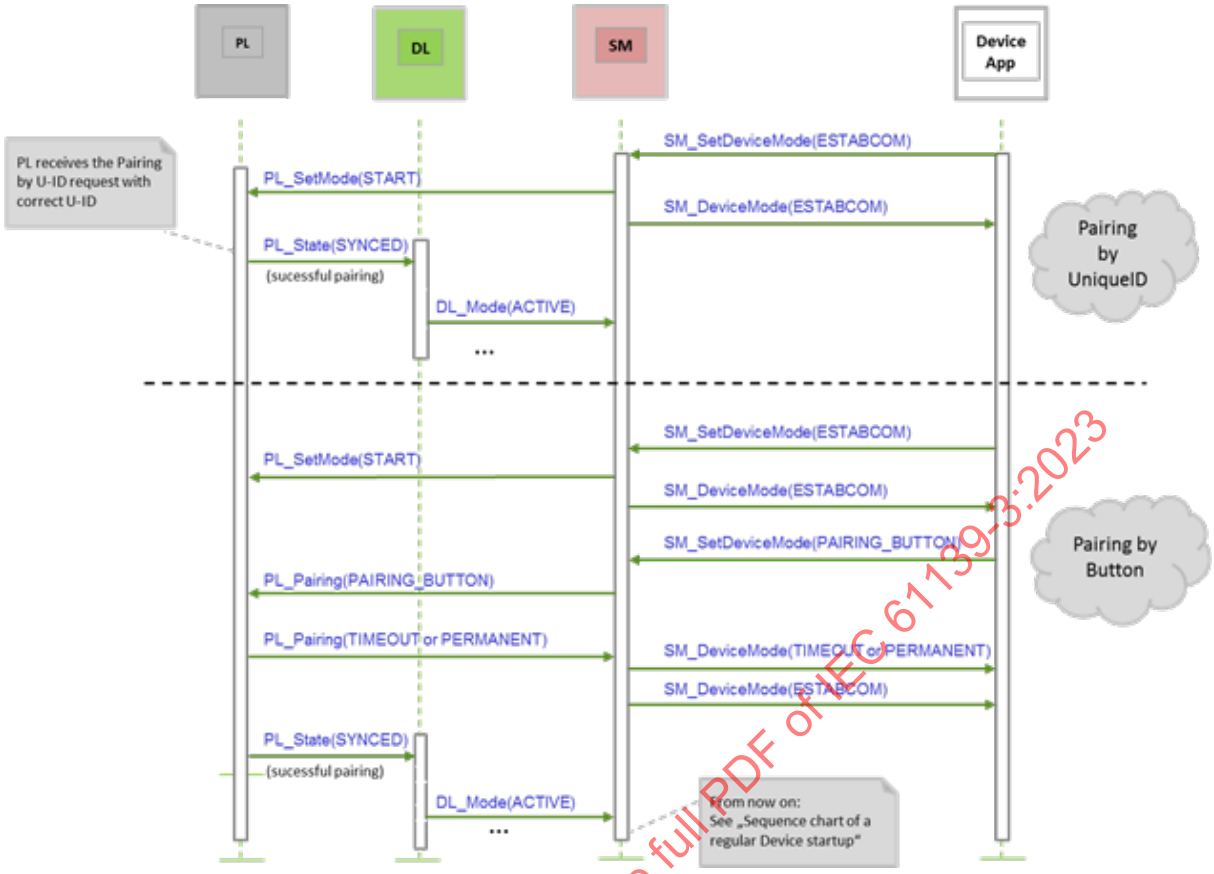
La SM de l'Appareil sans fil interagit avec la PL pour établir les réglages radio nécessaires (voir Figure 46 "Diagramme d'états de la PL de l'Appareil sans fil"), en s'appuyant sur la couche DL pour obtenir les informations nécessaires en provenance du Maître sans fil ainsi que sur les applications de l'Appareil sans fil pour en vérifier l'identité et la compatibilité (paramètres d'identification).

Les transitions entre états de la PL de l'Appareil sans fil (voir Figure 46) sont initiées par les activités de la Voie sans fil du Maître sans fil (balayage, appairage, synchronisation…) et déclenchées par la couche de liaison de données de l'Appareil sans fil au moyen des indications DL_Mode et des demandes DL_Write (commandes).

La SM fournit les paramètres d'identification de l'Appareil sans fil par l'intermédiaire de l'interface d'applications de l'Appareil sans fil.

Le diagramme séquentiel à la Figure 88 représente les deux possibilités d'appairage d'une séquence d'Appareil type. Il ne représente que les actions jusqu'à l'état ComEstablish. Les actions restantes jusqu'à l'état OPERATE peuvent être déduites de la Figure 91.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



Anglais	Français
PL	PL
DL	DL
SM	SM
Device App	App Appareil
PL receives the Pairing by U-ID request with correct U ID	La PL reçoit la demande d'appairage par U-ID avec un U-ID correct.
PL_SetMode(START)	PL_SetMode(START)
PL_State(SYNCED)	PL_State(SYNCED)
(sucessful pairing)	(appairage réussi)
DL_Mode(ACTIVE)	DL_Mode(ACTIVE)
PL_Pairing(PAIRING_BUTTON)	PL_Pairing(PAIRING_BUTTON)
PL_Pairing(TIMEOUT or PERMANENT)	PL_Pairing(TIMEOUT ou PERMANENT)
SM_SetDeviceMode(ESTABCOM)	SM_SetDeviceMode(ESTABCOM)
SM_DeviceMode(ESTABCOM)	SM_DeviceMode(ESTABCOM)
SM_SetDeviceMode{(PAIRING_BUTTON)	SM_SetDeviceMode(PAIRING_BUTTON)
SM_DeviceMode(TIMEOUT or PERMANENT)	SM_DeviceMode(TIMEOUT ou PERMANENT)
SW_DeviceMode(ESTABCOM)	SM_DeviceMode(ESTABCOM)
From now on: See "Sequence chart of a regular Device startup"	À partir de maintenant: Voir "Diagramme séquentiel de démarrage normal d'un Appareil sans fil"
Pairing by UniqueID	Appairage par UniqueID
Pairing by Button	"Appairage par bouton").

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 88 – Diagramme séquentiel d'appairage d'un Appareil sans fil

9.4.2 Services de gestion système d'un Appareil sans fil

9.4.2.1 Vue d'ensemble

Le paragraphe 9.4.2 décrit les services que la Gestion système d'un Appareil sans fil fournit à ses applications, comme représenté à la Figure 99.

Le Tableau 118 énumère les affectations de l'Appareil sans fil quant à son rôle d'initiateur ou de destinataire du service individuel de gestion système.

Tableau 118 – Services de gestion système au sein d'un Appareil sans fil

Désignation du service		Appareil sans fil
SM_SetDeviceCom	Configure les propriétés de communication prises en charge par l'Appareil sans fil	R
SM_GetDeviceCom	Lire les propriétés de communication en cours	R
SM_SetDeviceIdent	Configure les données d'identification de l'Appareil sans fil	R
SM_GetDeviceIdent	Lit le paramètre d'identification de l'Appareil sans fil.	R
SM_SetDeviceMode	Met l'Appareil sans fil dans un état opérationnel défini pendant l'initialisation	R
SM_DeviceMode	Indique les changements d'états de communication à l'application de l'Appareil sans fil	I
Légende (voir 3.3.5) I Initiateur du service R Destinataire (répondeur) du service		

9.4.2.2 SM_SetDeviceCom

Le service SM_SetDeviceCom est utilisé pour configurer les propriétés de communication prises en charge par l'Appareil sans fil dans la gestion système. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 119.

Tableau 119 – SM_SetDeviceCom

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
ParameterList	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ParameterList:

Ce paramètre contient les paramètres de communication configurés pour un Appareil sans fil donné.

Type de paramètre: enregistrement

Éléments de l'enregistrement:

MAXRetry:

Ce paramètre contient le nombre maximal de nouvelles tentatives autorisées dans le décompte de Sous-cycles sans fil (voir Tableau C.9).

Cette valeur est uniquement utilisée pour l'établissement de la communication et elle est modifiée par le Maître sans fil au démarrage.

IMATime:

Ce paramètre contient la durée "I am alive" initiale. Valeurs admises: 2 octets, temps codé conformément à C.4.4.3.

Cette valeur est uniquement utilisée pour l'établissement de la communication et elle est modifiée par le Maître sans fil au démarrage.

TxPower:

Ce paramètre contient la puissance de transmission initiale de l'Appareil sans fil (voir Tableau C.10).

Cette valeur est uniquement utilisée pour l'établissement de la communication et elle est modifiée par le Maître sans fil au démarrage.

DLinkType:

Ce paramètre contient le type de liaison descendante (voir Tableau 27) pour que la radio écoute (liaisons descendantes complètes ou préliaisons descendantes).

SlotType:

Ce paramètre contient le type de liaison montante (voir Tableau B.22) pour la capacité de liaison montante de la radio (un créneau temporel simple ou double).

UniqueID:

Ce paramètre contient l'identifiant unique provenant de l'Appareil sans fil (voir Figure C.3).

WMinCycleTimeOut:

Ce paramètre contient la durée de cycle minimale prise en charge pour les données de processus de sortie par l'Appareil sans fil (voir C.4.12)

WMinCycleTimeIn:

Ce paramètre contient la durée de cycle minimale prise en charge pour les données de processus d'entrée par l'Appareil sans fil (voir C.4.12)

RevisionID (RID):

Ce paramètre contient la version du protocole (voir C.2.3) prise en charge par l'Appareil sans fil.

ProcessDataIn:

Ce paramètre contient la longueur des PD à envoyer au Maître sans fil.

ProcessDataOut:

Ce paramètre contient la longueur des PD à envoyer par le Maître sans fil.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée)

9.4.2.3 SM_GetDeviceCom

Le service SM_GetDeviceCom est utilisé pour lire les propriétés de communication courantes à partir de la gestion système. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 120.

Tableau 120 – SM_GetDeviceCom

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
Result (+)		S
ParameterList		O
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

ParameterList:

Ce paramètre contient les paramètres de communication configurés pour un Appareil sans fil donné.

Type de paramètre: enregistrement.

Éléments de l'enregistrement:

MAXRetry:

Ce paramètre contient le nombre actuel de nouvelles tentatives autorisées dans le décompte de Sous-cycles sans fil (voir C.4.4.4).

IMATime:

Ce paramètre contient la durée "I am alive" actuelle. Valeurs admises: 2 octets, temps codé conformément à C.4.4.3.

TxPower:

Ce paramètre contient la puissance de transmission actuelle pour l'Appareil sans fil (voir Tableau C.10).

DLinkType:

Ce paramètre contient le type courant de liaison descendante (voir Tableau 27) pour que la radio écoute (paquets en liaison descendante complète ou des parties de paquet Préliaison descendante).

SlotType:

Ce paramètre contient la liaison montante (voir Tableau B.22) pour la capacité de liaison montante de la radio (un créneau temporel simple ou double).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

WMasterCycleTimeOut:

Ce paramètre contient la durée de cycle prise en charge pour les données de processus de sortie que la gestion système du Maître sans fil doit définir (voir C.4.12). Ce paramètre est applicable seulement à l'état SM_Operate.

WMasterCycleTimeIn:

Ce paramètre contient la durée de cycle prise en charge pour les données de processus d'entrée que la gestion système du Maître sans fil doit définir (voir C.4.12). Ce paramètre n'est valide que dans l'état SM_Operate.

RevisionID (RID):

Ce paramètre contient la version courante du protocole (voir C.2.3) dans la gestion système de l'Appareil sans fil.

ProcessDataIn:

Ce paramètre contient la longueur courante des PD à envoyer au Maître sans fil (voir C.2.4).

ProcessDataOut:

Ce paramètre contient la longueur courante des PD à envoyer par le Maître sans fil (voir C.2.5).

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant, il convient de le renvoyer uniquement si aucun paramètre de communication n'est défini).

9.4.2.4 SM_SetDeviceIdent

Le service SM_SetDeviceIdent est utilisé pour configurer les données d'identification de l'Appareil sans fil dans la gestion système. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 121.

Tableau 121 – SM_SetDeviceIdent

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
ParameterList	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

ParameterList:

Ce paramètre contient le paramètre d'identification configuré pour un Appareil sans fil.

Type de paramètre: enregistrement.

Éléments de l'enregistrement:

VendorID (VID):

Ce paramètre contient le VendorID attribué à un Appareil sans fil (voir IEC 61131-9:2022, B.1.8).

Longueur de données: 2 octets

DeviceID (DID):

Ce paramètre contient un des DeviceID attribués (voir IEC 61131-9:2022, B.1.9).

Longueur de données: 3 octets

FunctionID (FID):

Ce paramètre contient l'un des FunctionID attribués (voir IEC 61131-9:2022, B.1.10).

Longueur de données: 2 octets

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant);

PARAMETER_CONFLICT (cohérence du jeu de paramètres non respectée).

9.4.2.5 SM_GetDeviceIdent

Le service SM_GetDeviceIdent est utilisé pour lire le paramètre d'identification de l'Appareil sans fil à partir de la gestion système. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 122.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 122 – SM_GetDeviceIdent

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
Result (+)		S
ParameterList		O
Result (-)		S
ErrorInfo		O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

ParameterList:

Ce paramètre contient les paramètres de communication configurés de l'Appareil sans fil.

Type de paramètre: enregistrement

Éléments de l'enregistrement:

VendorID (VID):

Ce paramètre contient le VendorID réel de l'Appareil sans fil (voir B.1.8)

Longueur de données: 2 octets

DeviceID (DID):

Ce paramètre contient le DeviceID réel de l'Appareil sans fil (voir B.1.9)

Longueur de données: 3 octets

FunctionID (FID):

Ce paramètre contient le FunctionID réel de l'Appareil sans fil (voir B.1.10).

Longueur de données: 2 octets

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant, il convient de le renvoyer uniquement si aucune donnée d'identification n'est définie).

9.4.2.6 SM_SetDeviceMode

Le service SM_SetDeviceMode est utilisé pour mettre l'Appareil sans fil dans un état opérationnel défini lors de l'initialisation. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 123.

Tableau 123 – Service SM_SetDeviceMode

Nom du paramètre	.req	.cnf
Argument	O	
Mode	O	
Result (+)		S
Result (-)		S
ErrorInfo		O

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

Mode:

Valeurs admises:

IDLE (L'Appareil sans fil passe en attente de configuration par l'intermédiaire de l'application);

ESTABCOM (L'Appareil sans fil passe en attente de synchronisation ou d'appairage par UniqueID);

PAIRING_BUTTON (L'Appareil sans fil passe en attente d'appairage par bouton).

Result (+):

Ce paramètre de sélection indique que le service a été exécuté avec succès.

Result (-):

Ce paramètre de sélection indique que le service a échoué.

ErrorInfo:

Ce paramètre contient les informations d'erreur.

Valeurs admises:

STATE_CONFLICT (service non disponible en l'état courant).

9.4.2.7 SM_DeviceMode

Le service SM_DeviceMode est utilisé pour indiquer des changements d'états de communication à l'application de l'Appareil sans fil. Les paramètres des primitives de service sont énumérés dans le Tableau 124.

Tableau 124 – Service SM_DeviceMode

Nom du paramètre	.ind
Argument	O
Mode	O

Argument:

Les paramètres spécifiques au service sont transmis dans l'argument.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Mode:

Valeurs admises:

IDLE	(L'Appareil sans fil est passé en attente de configuration);
ESTABCOM	(L'Appareil sans fil est passé en mode SM "SM_ComEstablish");
UNPAIRED	(L'Appareil sans fil n'est pas appairé au démarrage);
PAIRED	(L'Appareil sans fil est appairé au démarrage);
TIMEOUT	(Une expiration a eu lieu);
PERMANENT	(L'Appareil sans fil a été appairé de façon permanente);
TEMPORARY	(L'Appareil sans fil a été appairé en tant qu'Appareil sans fil en itinérance);
PAIRING_BUTTON	(L'Appareil sans fil est passé en attente d'appairage par bouton);
STARTUP	(L'Appareil sans fil est passé en mode STARTUP);
IDENT_STARTUP	(L'Appareil sans fil est passé en mode SM "SM_IdentStartup");
IDENT_CHANGE	(L'Appareil sans fil est passé en mode SM "SM_IdentCheck");
PREOPERATE	(L'Appareil sans fil est passé en mode PREOPERATE);
OPERATE	(L'Appareil sans fil est passé en mode OPERATE).

9.4.3 Protocole SM de l'Appareil sans fil

9.4.3.1 Vue d'ensemble

Le comportement de l'Appareil sans fil est principalement piloté par les messages du Maître sans fil. En comparaison avec la SDCI (échange cyclique de données de processus), la transmission de données de processus entre un Maître sans fil et un Appareil sans fil n'est nécessaire que si ces données changent. Par conséquent, un Appareil sans fil peut envoyer des données de processus d'entrée sans demande explicite de la part du Maître sans fil. Un Appareil sans fil peut également envoyer des événements sans demande de la part du Maître sans fil.

9.4.3.2 Diagramme d'états de la Gestion système de l'Appareil sans fil

La Figure 89 représente le diagramme d'états de la Gestion système de l'Appareil sans fil, qui évalue les différentes phases de communication au cours du démarrage et contrôle l'état de communication de l'Appareil sans fil. Le Tableau 125 spécifie les tables de transitions d'états de la Gestion système de l'Appareil sans fil.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

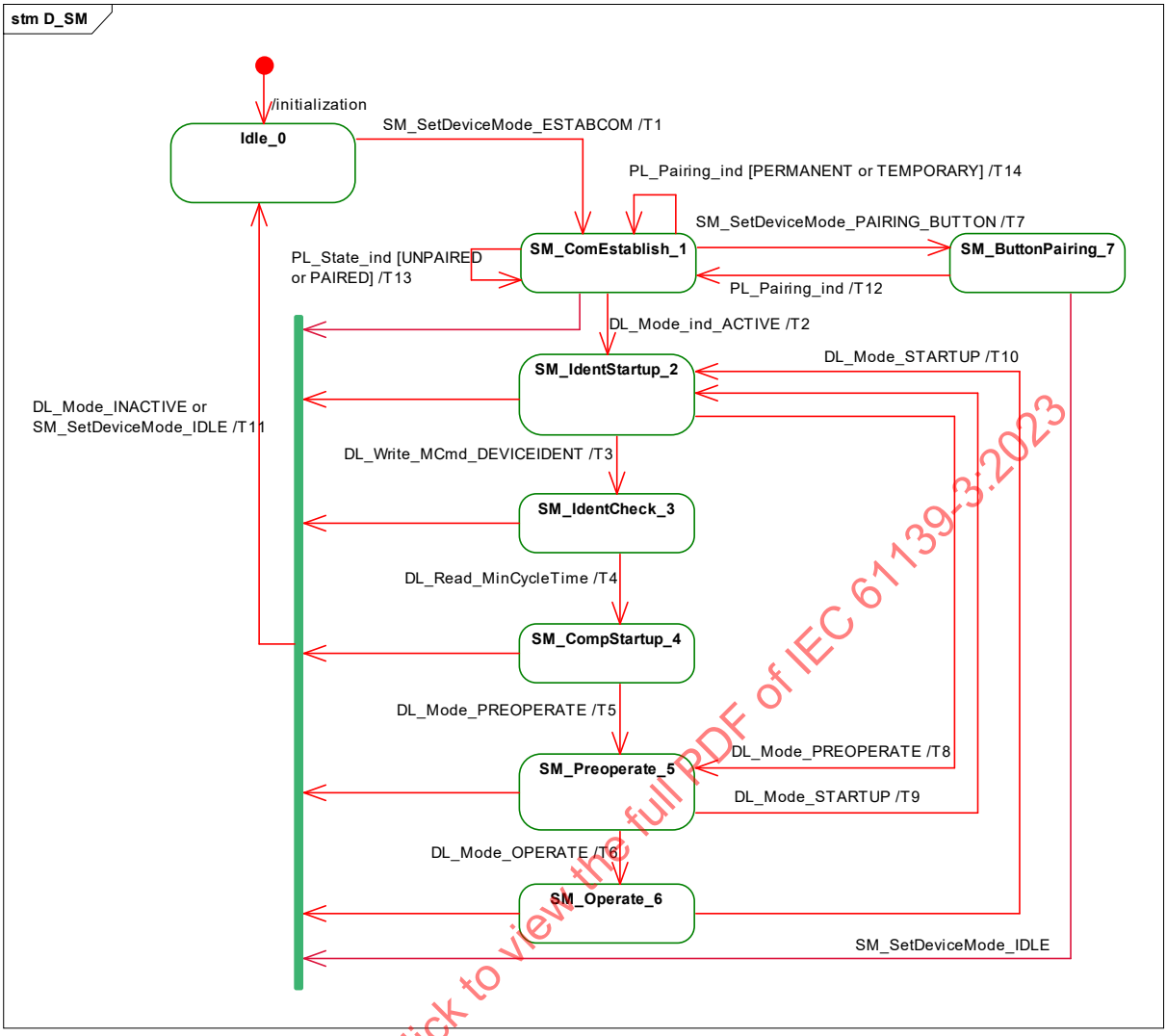


Figure 89 – Diagramme d'états pour la Gestion système de l'Appareil sans fil

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Tableau 125 – Tables de transitions d'états de la Gestion système de l'Appareil sans fil

DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Idle_0	En l'état SM_Idle, la SM est en attente de configuration par l'application de l'Appareil sans fil. Cet état est abandonné à la réception d'une demande. SM_SetDeviceMode(ESTABCOM) en provenance de l'application de l'Appareil sans fil. La séquence suivante de services doit être exécutée entre l'application de l'Appareil sans fil et la SM: Invoque SM_SetDeviceCom(liste de paramètres initiaux) Invoque SM_SetDeviceIdent(VID, DID initial, FID)
Com_Establish_1	En l'état SM_ComEstablish, la SM est en attente d'établissement de la communication. L'état est abandonné en cas de DL_Mode.ind(ACTIVE) provenant du module de traitement de mode DL, si l'Appareil sans fil est connecté au Maître sans fil. En cas d'absence de connexion (l'Appareil sans fil est hors de portée ou non appairé), cet état est maintenu. Dans cet état, il est possible d'appairer l'Appareil sans fil uniquement au moyen de l'UniqueID déclenché par le Maître sans fil
IdentStartup_2	Dans cet état, les Paramètres sans fil sont écrits par DL_Write(WirelessSystemCfg) et le paramètre de communication (Page 1 de Paramètres directs, adresses 0x03 à 0x07 et WCycleTime, voir C.4.12) est lu par la SM du Maître sans fil par l'intermédiaire des demandes DL_Read. En l'état SM_IdentStartup, les données d'identification (VID, DID, FID) sont lues et vérifiées par le Maître sans fil. En cas d'incompatibilités, la SM du Maître sans fil écrit la version (RID) prise en charge et le DeviceID (DID) configuré dans l'Appareil sans fil. Cet état est abandonné à la réception d'une indication DL_Mode(INACTIVE), d'une indication DL_Mode(PREOPERATE) (vérification de compatibilité réussie) ou d'une demande DL_Write(MCmd_DEVICEIDENT) (nouvelle compatibilité demandée).
IdentCheck_3	En l'état SM_IdentCheck, la SM attend une nouvelle initialisation des paramètres d'identification par l'application. Cet état est abandonné à la réception d'une indication DL_Mode(INACTIVE) ou d'une demande DL_Read(W-Parameter, Index 0x5007 = "WCycleTime"). Dans cet état, l'application de l'Appareil sans fil doit vérifier les paramètres RID et DID à partir de la SM et régler ces données aux valeurs prises en charge. En conséquence, la séquence suivante de services doit être exécutée entre l'application de l'Appareil sans fil et la SM. Invoque SM_GetDeviceCom(RID configuré, liste de paramètres) Invoque SM_GetDeviceIdent(DID configuré, liste de paramètres) Invoque l'application de l'Appareil sans fil qui vérifie et fournit la fonction de compatibilité et les paramètres Invoque SM_SetDeviceCom(nouveau RID pris en charge, nouvelle liste de paramètres) Invoque SM_SetDeviceIdent(nouveau DID pris en charge, liste de paramètres)
CompStartup_4	En l'état SM_CompStartup, les données de communication et d'identification sont relues et vérifiées par la SM du Maître sans fil. Cet état est abandonné à la réception d'une indication DL_Mode(INACTIVE) ou DL_Mode(PREOPERATE).
Preoperate_5	Au cours de l'état SM_Preoperate, le numéro de série peut être lu et vérifié par la SM du Maître sans fil, de même que le stockage des données et le paramétrage de l'Appareil sans fil peuvent être exécutés. Cet état est abandonné à la réception d'une indication DL_Mode(INACTIVE), DL_Mode(STARTUP) ou DL_Mode(OPERATE).
Operate_6	Au cours de l'état SM_Operate, l'échange cyclique de données de processus et le transfert acyclique de données à la demande sont actifs. Cet état est abandonné à la réception d'une indication DL_Mode(INACTIVE) ou DL_Mode(STARTUP).
ButtonPairing_7	En l'état SM_ButtonPairing, la SM attend un appairage par bouton.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	1	L'Appareil sans fil passe en mode de communication à la réception du déclencheur SM_SetDeviceMode(ESTABCOM) par l'application. Invoque SM_DeviceMode.ind(ESTABCOM). Définit WDeviceMode sur INACTIVE (voir C.4.4) Invoque DL_SetParam(liste de paramètres initiaux) Invoque PL_SetMode(START).
T2	1	2	L'application de l'Appareil sans fil reçoit une indication selon laquelle la communication a été établie à la réception de l'indication de déclenchement DL_Mode.ind(ACTIVE). Définit WDeviceMode sur IDENTSTARTUP (voir C.4.4)
T3	2	3	La phase de vérification de l'identité de l'Appareil sans fil commence à la réception de l'indication de déclenchement DL_Write.ind(MCmd_DEVICEIDENT). Invoque SM_DeviceMode(IDENTCHANGE). Définit WDeviceMode sur IDENTCHANGE (voir C.4.4)
T4	3	4	La phase de démarrage de la vérification de la compatibilité de l'Appareil sans fil commence à la réception de l'indication de déclenchement DL_Read.ind (Paramètre sans fil, Index 0x5007 = "WCycleTime").
T5	4	5	L'Appareil sans fil entre dans la phase de préfonctionnement lorsqu'il reçoit l'indication de déclenchement DL_Mode.ind(PREOPERATE). Invoque SM_DeviceMode(PREOPERATE). Définit WDeviceMode sur PREOPERATE (voir C.4.4)
T6	5	6	L'Appareil sans fil entre dans la phase de fonctionnement lorsqu'il reçoit l'indication de déclenchement DL_Mode.ind(OPERATE). Invoque SM_DeviceMode(OPERATE). Définit WDeviceMode sur OPERATE (voir C.4.4)
T7	1	7	L'Appareil sans fil passe en mode d'appairage par bouton à la réception du déclencheur SM_SetDeviceMode(PAIRING_BUTTON) en provenance de l'application de l'Appareil sans fil. Invoque PL_Pairing(PAIRING_BUTTON)
T8	2	5	L'Appareil sans fil entre dans la phase de préfonctionnement lorsqu'il reçoit l'indication de déclenchement DL_Mode.ind(PREOPERATE). Invoque SM_DeviceMode(PREOPERATE) Définit WDeviceMode sur PREOPERATE (voir C.4.4)
T9	5	2	L'Appareil sans fil entre dans la phase de démarrage de la communication lorsqu'il reçoit l'indication de déclenchement DL_Mode.ind(STARTUP). Invoque SM_DeviceMode(STARTUP) Définit WDeviceMode sur STARTUP (voir C.4.4)
T10	6	2	L'Appareil sans fil entre dans la phase de démarrage de la communication lorsqu'il reçoit l'indication de déclenchement DL_Mode.ind(STARTUP). Invoque SM_DeviceMode(STARTUP). Définit WDeviceMode sur STARTUP (voir C.4.4).
T11	2, 3, 4, 5, 6	0	L'Appareil sans fil passe en mode SM_Idle à la réception de l'indication de déclenchement DL_Mode.ind(INACTIVE) ou du déclencheur SM_SetDeviceMode(IDLE). Définit WDeviceMode sur INACTIVE (voir C.4.4). Invoque PL_SetMode(STOP_KEEP). Invoque SM_DeviceMode(IDLE).
T12	7	1	La transition est déclenchée par PL_Pairing.ind(TIMEOUT) ou PL_Pairing.ind(PERMANENT). Invoque SM_DeviceMode(ESTABCOM). Invoque SM_DeviceMode(TIMEOUT ou PERMANENT).
T13	1	1	Invoque SM_DeviceMode.ind(PAIRED ou UNPAIRED) pour indiquer l'état de la PL après le démarrage.
T14	1	1	Invoque SM_DeviceMode.ind(PERMANENT ou TEMPORARY) pour indiquer l'état de la PL après l'appairage.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

9.4.3.3 Diagramme d'états du module de traitement des AHT de l'Appareil sans fil

La Figure 90 représente le diagramme d'états principal du module de traitement des AHT de l'Appareil sans fil. Le module de traitement gère le mécanisme des tables de saut adaptatif (voir Article H.4). Le Tableau 126 présente la table de transitions d'états du module de traitement des AHT de l'Appareil sans fil.

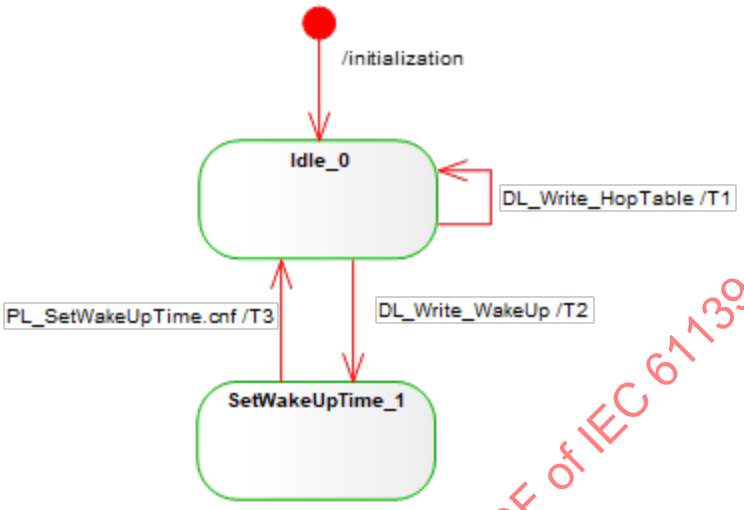


Figure 90 – Diagramme d'états du module de traitement des AHT de l'Appareil sans fil

Tableau 126 – Table de transitions d'états du module de traitement des AHT de l'Appareil sans fil

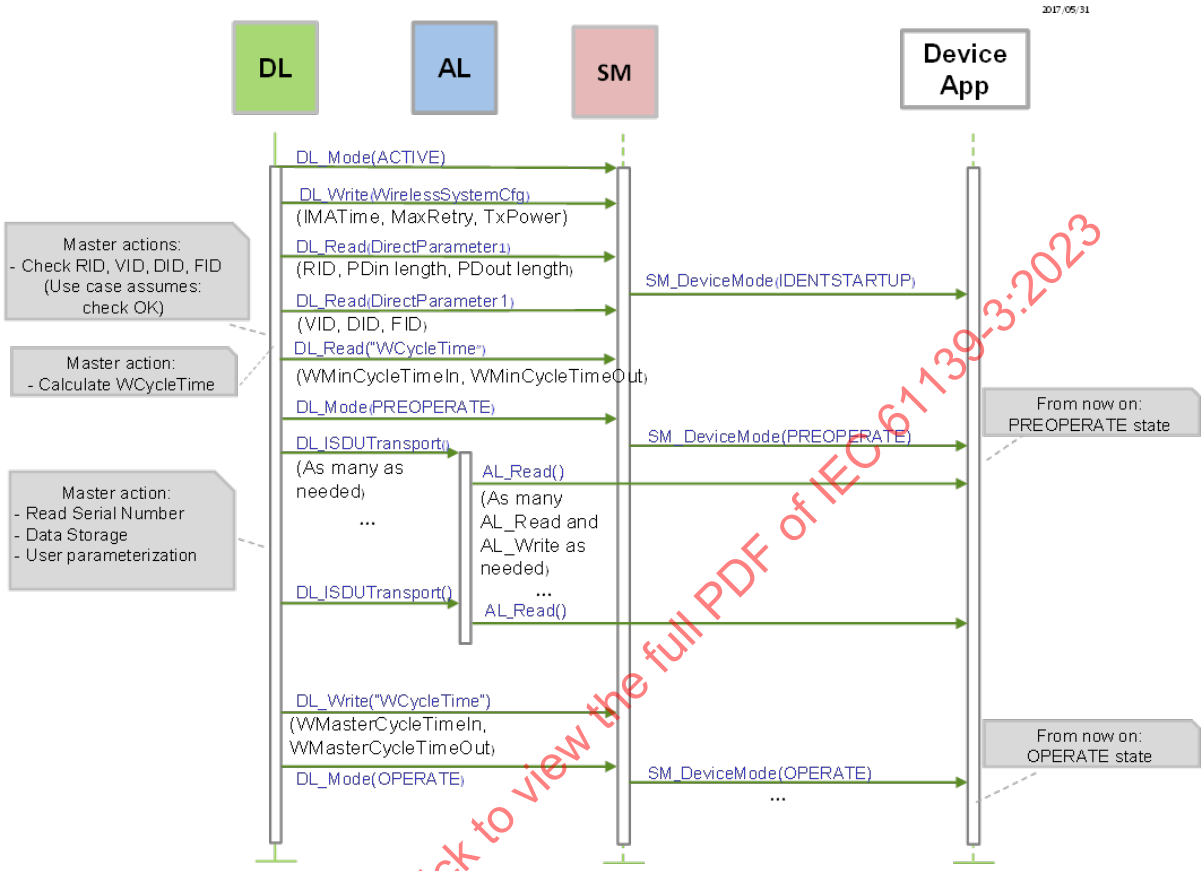
DÉNOMINATION DE L'ÉTAT	DESCRIPTION DE L'ÉTAT
Idle_0	-
SetWakeUpTime_1	Règle la WakeUpTime de l'Appareil sans fil basse consommation.

TRANSITION	ÉTAT SOURCE	ÉTAT CIBLE	ACTION/Remarques
T1	0	0	Invoque PL_SetHopTable(HopTable)
T2	0	1	Invoque PL_SetWakeUpTime(WakeUpTime)
T3	1	0	Voir T1

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

9.4.3.4 Démarrage et synchronisation

La Figure 91 représente un diagramme séquentiel type pour le démarrage de la communication de la SM d'un Appareil sans fil dont les réglages correspondent au Paramètre sans fil du port du Maître sans fil (démarrage normal).



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

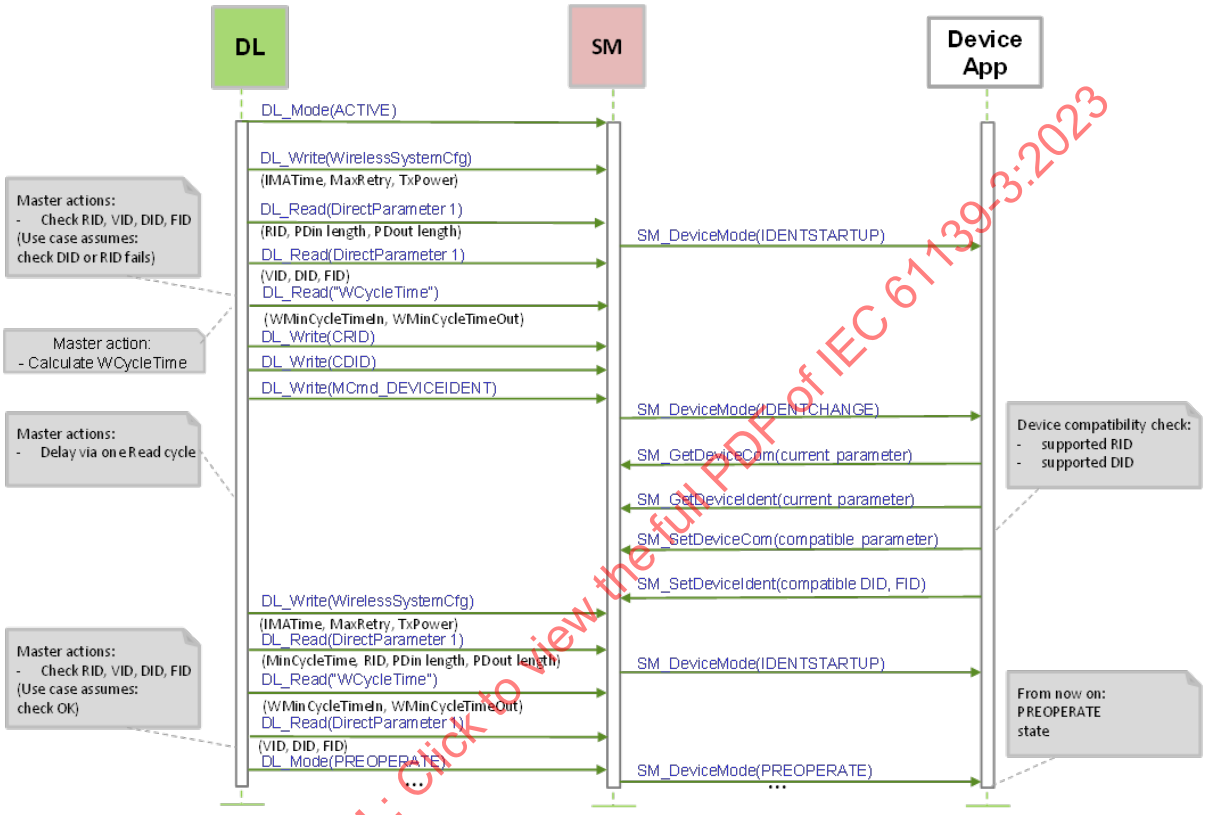
Anglais	Français
2017/05/31	31/05/2017
DL	DL
AL	AL
SM	SM
Device App	App Appareil
DL_Mode(ACTIVE)	DL_Mode(ACTIVE)
DL_Write(WirelessSvstemCfg)	DL_Write(WirelessSystemCfg)
Master actions: - Check RID, VID, DID, FID (Use case assumes: check OK)	Actions du Maître: - vérifie RID, VID, DID, FID (Cas d'utilisation présumé: vérification OK).
(IMATime, MaxRetry, TxPower)	(IMATime, MaxRetry, TxPower)
DL_Read(DirectParameter1)	DL_Read(DirectParameter1)
(RID, PDin length. PDout length)	(RID, PDin length, PDout length)
DL_Read(DirectParameter 1)	DL_Read(DirectParameter1)
SM_DeviceMode(IDENTSTARTUP)	SM_DeviceMode(IDENTSTARTUP)
(VID, DID, FID)	(VID, DID, FID)
Master action: - Calculate WCycleTime	Action du Maître: - calcule WCycleTime.
DL_Read("WCycleTime")	DL_Read("WCycleTime")
(WMinCycleTimeIn. WMinCycleTimeOut)	(WMinCycleTimeIn, WMinCycleTimeOut)
DL_Mode (PREOPERATE)	DL_Mode(PREOPERATE)
DL_ISDUTransport()	DL_ISDUTransport()
SM_DeviceMode(PREOPERATE)	SM_DeviceMode(PREOPERATE)
From now on: PREOPERATE state	À partir de maintenant: état PREOPERATE
Master action: - Read Serial Number - Data Storage - User parameterization	Action du Maître: - lit le numéro de série; - enregistre les données; - définit les paramètres utilisateur.
(As many as needed)	(Autant que nécessaire)
AL_Read()	AL_Read()
(As many AL_Read and AL_Write as needed)	(Autant d'AL_Read et d'AL_Write que nécessaire)
DL_Write("WCycleTime")	DL_Write("WCycleTime")
(WMasterCycleTimeIn. WMasterCycleTimeOut)	(WMasterCycleTimeIn, WMasterCycleTimeOut)
DL_Mode(OPERATE)	DL_Mode(OPERATE)
SM_DeviceMode(OPERATE)	SM_DeviceMode(OPERATE)
From now on: OPERATE state	À partir de maintenant: état OPERATE

Figure 91 – Diagramme séquentiel de démarrage normal d'un Appareil sans fil

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

La Figure 92 représente un diagramme séquentiel type pour le démarrage de la communication de la SM d'un Appareil sans fil dont les réglages ne correspondent pas au Paramètre sans fil du port du Maître sans fil (mode compatibilité). Dans ce mode, le Maître sans fil tente d'écraser les paramètres d'identification de l'Appareil sans fil pour parvenir à un mode compatible et réalisable.

Le diagramme séquentiel à la Figure 92 représente uniquement les actions jusqu'à l'état PREOPERATE. Les actions restantes jusqu'à l'état OPERATE peuvent être déduites de la Figure 89.



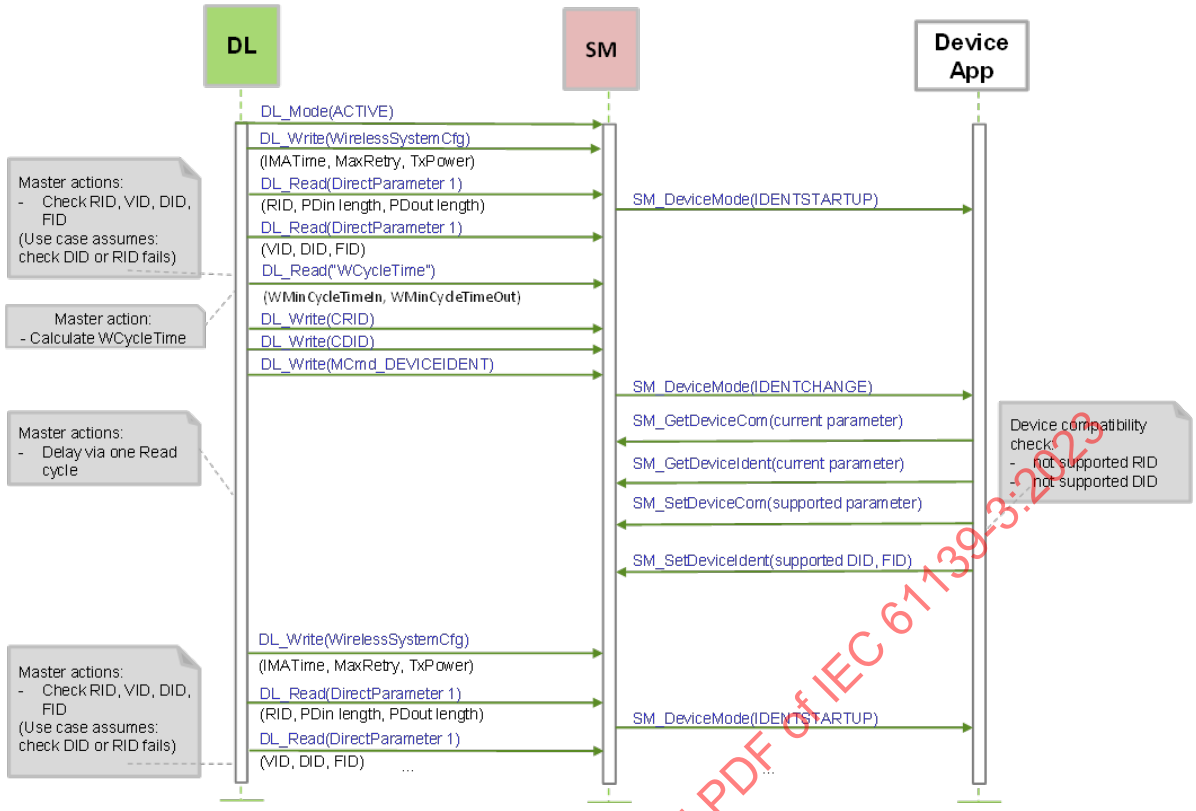
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Anglais	Français
DL	DL
SM	SM
Device App	App Appareil
DL_Mode(ACTIVE)	DL_Mode(ACTIVE)
DL_Write(WirelessSystemCfg)	DL_Write(WirelessSystemCfg)
Master actions: - Check RID, VID, DID, FID (Use case assumes: check DID or RID fails)	Actions du Maître: - vérifie RID, VID, DID, FID (Cas d'utilisation présumé: vérification que le DID ou le RID échoue)
(IMATime, MaxRetry, TxPower)	(IMATime, MaxRetry, TxPower)
DL_Read(DirectPararn eter 1)	DL_Read(DirectParameter1)
(RID, PDin length, PDout length)	(RID, PDin length, PDout length)
DL_Read(DirectParameter 1)	DL_Read(DirectParameter1)
SM_DeviceMode(IDENTSTARTUP)	SM_DeviceMode(IDENTSTARTUP)
(VID, DID, FID)	(VID, DID, FID)
DL_Read("WCycleTime")	DL_Read("WCycleTime")
(WMinCycleTimeIn, WMinCycleTimeOut)	(WMinCycleTimeIn, WMinCycleTimeOut)
Master action: - Calculate WCycleTime	Action du Maître: - calcule WCycleTime.
DL_Write(CRID)	DL_Write(CRID)
DL_Write(CDID)	DL_Write(CDID)
DL_Write(MCmd_DEVICEIDENT)	DL_Write(MCmd_DEVICEIDENT)
SM_DeviceMode(IDENTCHANGE)	SM_DeviceMode(IDENTCHANGE)
Master actions: Delay via one Read cycle	Actions du Maître: retarde par l'intermédiaire d'un cycle de lecture.
SM_GetDeviceCom(current parameter)	SM_GetDeviceCom(paramètre courant)
Device compatibility check: - supported RID - supported DID	Vérification de la compatibilité de l'Appareil: - RID pris en charge; - DID pris en charge.
SM_GetDeviceident(current parameter)	SM_GetDeviceident(paramètre courant)
SM_SetDeviceCom (compatible parameter)	SM_SetDeviceCom(paramètre compatible)
SM_SetDeviceIdent(compatible DID, FID)	SM_SetDeviceIdent(DID, FID compatibles)
Master actions: - Check RID, VID, DID, FID (Use case assumes: check OK)	Actions du Maître: - vérifie RID, VID, DID, FID (Cas d'utilisation présumé: vérification OK).
(MinCydeTime, RID, PDin length, PDout length)	(MinCycleTime, RID, PDin length, PDout length)
DL_Mode(PREOPERATE)	DL_Mode(PREOPERATE)
SM_DeviceMode(PREOPERATE)	SM_DeviceMode(PREOPERATE)
From now on: PREOPERATE state	À partir de maintenant: état PREOPERATE
SM_DeviceMode(IDENTSTARTUP)	SM_DeviceMode(IDENTSTARTUP))

Figure 92 – Diagramme séquentiel du démarrage d'un Appareil sans fil en mode compatibilité

La Figure 93 représente un diagramme séquentiel type pour le démarrage de la communication de la SM d'un Appareil sans fil dont les réglages ne correspondent pas au port du Maître sans fil. La gestion système du Maître sans fil tente de reconfigurer l'Appareil sans fil avec d'autres paramètres d'identification de l'Appareil sans fil (mode compatibilité). Dans le présent cas d'utilisation, les paramètres de remplacement sont réputés incompatibles.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023



Anglais	Français
Device App	App Appareil
Master actions: - Check RID, VID, DID, FID (Use case assumes: check DID or RID fails)	Actions du Maître: - vérifie RID, VID, DID, FID (Cas d'utilisation présumé: vérification que le DID ou le RID échoue).
Master action: - Calculate WCycleTime	Action du Maître: - calcule WCycleTime.
Master actions: - Delay via one Read cycle	Actions du Maître: - retarde par l'intermédiaire d'un cycle de lecture.
SM_GetDeviceCom (current parameter)	SM_GetDeviceCom(paramètre courant)
SM_GetDeviceIdent(current parameter)	SM_GetDeviceIdent(paramètre courant)
SM_SetDeviceCom(supported parameter)	SM_SetDeviceCom(paramètre pris en charge)
Device compatibility check: not supported RID not supported DID	Vérification de la compatibilité de l'Appareil: RID non pris en charge DID non pris en charge
SM_SetDeviceIdent(supported DID, FID)	SM_SetDeviceIdent(DID, FID pris en charge)
Master actions: - Check RID, VID, DID. FID (Use case assumes: check DID or RID fails)	Actions du Maître: - vérifie RID, VID, DID, FID. (Cas d'utilisation présumé: vérification que le DID ou le RID échoue).
SM_DeviceMode(IDENTSTARTUP)	SM_DeviceMode(IDENTSTARTUP))

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61139-3:2023

Figure 93 – Diagramme séquentiel du démarrage d'un Appareil en cas d'échec de la compatibilité