IEC 62734

Edition 1.1 2019-07

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE

colour inside

Industrial networks – Wireless communication network and communication profiles – ISA 100.11a

Réseaux industriels – Réseau de communication sans fil et profils de communication – ISA 100.11a

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 33.160.60; 33.170

ISBN 978-2-8322-7238-1

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

IEC 62734

Edition 1.1 2019-07

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE

colour inside

Industrial networks –
Wireless communication network and communication profiles – ISA 100.11a

Réseaux industriels –
Réseau de communication sans fil et profils de communication – ISA 100.11a



IEC 62734:2014-10+AMD1:2019-07 CSV(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD 21
0 Introduction 23
0.1 General 23
0.2 Document structure 23
0.3 Potentially relevant patents 23
1 Scope 25
2 Normative references 25
3 Terms, definitions, abbreviated terms, acronyms, and conventions 26
3.1 Terms and definitions 26
3.2 Abbreviated terms and acronyms 55
3.3 Conventions 61
4 Overview 63
4.1 General 63
4.2 Interoperability and related issues 63
4.3 Quality of service 64
4.4 Worldwide applicability 64
4.5 Network architecture 64
4.6 Network characteristics 70
5 System 78
5.1 General 78
5.2 Devices 78
5.3 Networks 86
5.4 Protocol suite structure 96
5.5 Data flow 97
5.6 Time reference 104
5.7 Firmware upgrades 105
5.8 Wireless backbones and other infrastructures 105
6 System management role 105
6.1 General 105
6.2 DMAP 107
6.3 System manager 131
7 Security 188
7.1 General 188
7.2 Security services 189
7.3 PDU security 194
7.4 Joining process 227
7.5 Session establishment 259
7.6 Key update 265
7.7 Functionality of the security manager role 271
7.8 Security policies 273
7.9 Security functions available to the AL 276
7.10 Security statistics collection, threat detection, and reporting 279
7.11 DSMO functionality 280
8 Physical layer 287
8.1 General 287

8.2 Default physical layer 288
9 Data-link layer 289
9.1 General 289
9.2 DDSAP 359
9.3 Data DPDUs and ACK/NAK DPDUs 362
9.4 DL management information base 390
9.5 DLE methods 440
9.6 DL alerts 442
10 Network layer 445
10.1 General 445
10.2 NL functionality overview 445
10.3 NLE data services 465
10.4 NL management object 468
10.5 NPDU formats 476
11 Transport layer 484
11.1 General 484
11.2 TLE reference model 485
11.3 Transport security entity 485
11.4 Transport data entity 486
11.5 TPDU encoding 491
11.6 TL model 493
12 Application layer 503
12.1 General 503
12.2 Energy considerations 504
12.3 Legacy control system considerations 504
12.4 Overview of object-oriented modeling 505
12.5 Object model 507
12.6 Object attribute model 508
12.7 Method model 510
12.8 Alert model 511
12.9 Alarm state model 511
12.10 Event state model 512
12.11 Alert reporting 513
12.12 Communication interaction model 515
12.13 AL addressing 525
12.14 Management objects 528
12.15 User objects 529
12.16 Data types 562
12.17 Application services provided by application sublayer 569
12.18 AL flow use of lower layer services 605
12.19 AL management 606
12.20 Process control industry standard data structures 624
12.21 Additional tables 627
12.22 Coding 628
12.23 Syntax 652
12.24 Detailed coding examples (informative) 664
13 Provisioning 665
13.1 General 665

13.2 Terms and definitions for devices with various roles or states 665
13.3 Provisioning procedures 667
13.4 Pre-installed symmetric keys 667
13.5 Provisioning using out-of-band mechanisms 668
13.6 Provisioning networks 668
13.7 State transition diagrams 671
13.8 Device management application protocol objects used during provisioning 675
13.9 Management objects 678
13.10 Device provisioning service object 684
13.11 Provisioning functions (informative) 692
Annex A (informative) User layer/application profiles 696
Annex B (normative) Communication role profiles 698
Annex C (informative) Background information 710
Annex D (normative) Configuration defaults 716
Annex E (informative) Use of backbone networks 723
Annex F (normative) Basic security concepts – Notation and representation 726
Annex G (informative) Using certificate chains for over-the-air provisioning 727
Annex H (normative) Security building blocks 728
Annex I (informative) Definition templates 738
Annex J (informative) Operations on attributes 743
Annex K (normative) Standard object types 748
Annex L (informative) Standard data types 753
Annex M (normative) Identification of tunneled legacy fieldbus protocols 755
Annex N (informative) Tunneling and native object mapping 756
Annex O (informative) Generic protocol translation 758
Annex P (informative) Exemplary GIAP adaptations for this standard 762
Annex Q (informative) Exemplary GIAP adaptations for IEC 62591 767
Annex R (informative) Host system interface to standard-compliant devices via a gateway 776
Annex S (informative) Symmetric-key operation test vectors 782
Annex T (informative) Data-link and network headers for join requests 785
Annex U (informative) Gateway role 787
Annex V (informative) Compliance with ETSI EN 300 328 ~~v1.8.1~~ v2.1.1 855
Bibliography 860

Figure 1 – Standard-compliant network 66
Figure 2 – Typical single-layer PDU without fragmenting or blocking 68
Figure 3 – Full multi-layer PDU structure used by this standard 68
Figure 4 – Physical devices versus roles 81
Figure 5 – Notional representation of device phases 85
Figure 6 – Simple star topology 87
Figure 7 – Simple hub-and-spoke topology 88
Figure 8 – Mesh topology 89
Figure 9 – Simple star-mesh topology 90
Figure 10 – Example where network and D-subnet overlap 91

Figure 11 – Example where network and D-subnet differ 92
Figure 12 – Network with multiple gateways 93
Figure 13 – Basic network with backup gateway 94
Figure 14 – Network with backbone 95
Figure 15 – Network with backbone – Device roles 96
Figure 16 – Reference model used by this standard 97
Figure 17 – Basic data flow 98
Figure 18 – Data flow between I/O devices 99
Figure 19 – Data flow with legacy I/O device 100
Figure 20 – Data flow with backbone-resident device 101
Figure 21 – Data flow between I/O devices via backbone subnet 102
Figure 22 – Data flow to standard-aware control system 103
Figure 23 – Management architecture 106
Figure 24 – DMAP 109
Figure 25 – Example of management SAP flow through standard protocol suite 111
Figure 26 – System manager architecture concept 132
Figure 27 – UAP-system manager interaction during contract establishment 154
Figure 28 – Contract-related interaction between DMO and SCO 157
Figure 29 – Contract source, destination, and intermediate devices 170
Figure 30 – Contract establishment example 180
Figure 31 – Contract ID usage in source 181
Figure 32 – Contract termination 185
Figure 33 – Contract modification with immediate effect 187
Figure 34 – Examples of DPDU and TPDU scope 189
Figure 35 – Keys and associated lifetimes 191
Figure 36 – Key lifetimes 193
Figure 37 – DPDU structure 196
Figure 38 – DLE and DLS processing for a D-transaction initiator 197
Figure 39 – Received DPDUs – DLE and DSC 199
Figure 40 – TPDU structure and protected coverage 212
Figure 41 – TMIC parameters 212
Figure 42 – TL and TSC interaction, outgoing TPDU 214
Figure 43 – TL and TSC interaction, incoming TPDU 215
Figure 44 – Example: Overview of the symmetric-key joining process 232
Figure 45 – Example: Overview of the symmetric-key joining process of a backbone device 233
Figure 46 – Asymmetric-key-authenticated key agreement scheme 243
Figure 47 – Example: Overview of the asymmetric-key joining process for a device with a DL 246
Figure 48 – Example: Overview of the asymmetric-key joining process of a backbone device 247
Figure 49 – Device state transitions for joining process and device lifetime 259
Figure 50 – High-level example of session establishment 260
Figure 51 – Key update protocol overview 265

Figure 52 – Device key establishment and key update state transition 271
Figure 53 – DL protocol suite and PhPDU/DPDU structure 291
Figure 54 – Graph routing example 294
Figure 55 – Inbound and outbound graphs 296
Figure 56 – Slotted-channel-hopping 300
Figure 57 – Slow-channel-hopping 301
Figure 58 – Hybrid operation 301
Figure 59 – Radio spectrum usage 302
Figure 60 – Predefined channel-hopping-pattern1 304
Figure 61 – Two groups of DLEs with different channel-hopping-pattern-offsets 305
Figure 62 – Interleaved channel-hopping-pattern1 with sixteen different channel-hopping-pattern-offsets 306
Figure 63 – Example timeslot allocation for slotted-channel-hopping 307
Figure 64 – Example timeslot allocation for slow-channel-hopping 308
Figure 65 – Hybrid mode with slotted-channel-hopping and slow-channel-hopping 309
Figure 66 – Combining slow-channel-hopping and slotted-channel-hopping 309
Figure 67 – Example of a three-timeslot superframe and how it repeats 310
Figure 68 – Superframes and links 310
Figure 69 – Multiple superframes with aligned timeslots 311
Figure 70 – Example superframe for slotted-channel-hopping 315
Figure 71 – Example superframe for slow-channel-hopping 316
Figure 72 – Components of a slow-channel-hopping superframe 316
Figure 73 – Example configuration for avoiding collisions among routers 317
Figure 74 – Hybrid configuration 318
Figure 75 – Timeslot allocation and message queue 320
Figure 76 – 250 ms alignment intervals 323
Figure 77 – Timeslot durations and timing 324
Figure 78 – Clock source acknowledges receipt of a Data DPDU 329
Figure 79 – Transaction timing attributes 331
Figure 80 – Dedicated and shared transaction timeslots 332
Figure 81 – Unicast transaction 333
Figure 82 – PDU wait time (PWT) 336
Figure 83 – Duocast support in the standard 337
Figure 84 – Duocast transaction 338
Figure 85 – Shared timeslots with active CSMA/CA 339
Figure 86 – Transaction during slow-channel-hopping periods 340
Figure 87 – DL management SAP flow through standard protocol suite 343
Figure 88 – PhPDU and DPDU structure 362
Figure 89 – Typical ACK/NAK DPDU layout 372
Figure 90 – Relationship among DLMO indexed attributes 412
Figure 91 – Address translation process 448
Figure 92 – Fragmentation process 450
Figure 93 – Reassembly process 451

Figure 94 – Processing of an NSDU received from a TLE 453
Figure 95 – Processing of a received NPDU 454
Figure 96 – Processing of a NPDU received by a NLE from the backbone 456
Figure 97 – Delivery of a received NPDU at its final destination NLE 457
Figure 98 – Routing from a field device direct to a field-connected gateway without backbone routing 458
Figure 99 – Protocol suite diagram for routing from a field device direct to a field-connected gateway without backbone routing 459
Figure 100 – Routing an NPDU from a field device to a gateway via a backbone router 460
Figure 101 – Protocol suite diagram for routing an APDU from a field device to a gateway via a backbone router 461
Figure 102 – Routing from a field device on one D-subnet to another field device on a different D-subnet 462
Figure 103 – Protocol suite diagram for routing from an I/O device on one D-subnet to another I/O device on a different D-subnet 463
Figure 104 – Example of routing over an Ethernet backbone network 464
Figure 105 – Example of routing over a fieldbus backbone network 465
Figure 106 – Distinguishing between NPDU header formats 477
Figure 107 – TLE reference model 485
Figure 108 – UDP pseudo-header for IPv6 487
Figure 109 – TPDU structure 491
Figure 110 – User application objects in a UAP 506
Figure 111 – Alarm state model 512
Figure 112 – Event model 513
Figure 113 – A successful example of multiple outstanding requests, with response concatenation 518
Figure 114 – An example of multiple outstanding unordered requests, with second write request initially unsuccessful 519
Figure 115 – An example of multiple outstanding ordered requests, with second write request initially unsuccessful 520
Figure 116 – Send window example 1, with current send window smaller than maximum send window 522
Figure 117 – Send window example 2, with current send window the same size as maximum send window, and non-zero usable send window width 522
Figure 118 – Send window example 3, with current send window the same size as maximum send window, and usable send window width of zero 523
Figure 119 – General addressing model 525
Figure 120 – UAP management object state diagram 532
Figure 121 – Alert report reception state diagram 534
Figure 122 – Alert-reporting example 534
Figure 123 – UploadDownload object download state diagram 551
Figure 124 – UploadDownload object upload state diagram 551
Figure 125 – Publish sequence of service primitives 572
Figure 126 – Client/server model two-part interactions 577
Figure 127 – Client/server model four-part interactions: Successful delivery 577
Figure 128 – Client/server model four-part interactions: Request delivery failure 578

Figure 129 – Client/server model four-part interactions: Response delivery failure 578
Figure 130 – AlertReport and AlertAcknowledge, delivery success 593
Figure 131 – AlertReport, delivery failure 593
Figure 132 – AlertReport, acknowledgment failure 594
Figure 133 – Concatenated response for multiple outstanding write requests (no message loss) 601
Figure 134 – Management and handling of malformed APDUs received from device X 607
Figure 135 – The provisioning network 669
Figure 136 – State transition diagrams outlining provisioning steps during a device lifecycle 671
Figure 137 – State transition diagram showing various paths to joining a secured network 674
Figure 138 – Provisioning objects and interactions 676
Figure C.1 – OSI Basic Reference Model 712
Figure O.1 – Generic protocol translation publish diagram 758
Figure O.2 – Generic protocol translation subscribe diagram 759
Figure O.3 – Generic protocol translation client/server transmission diagram 760
Figure O.4 – Generic protocol translation client/server reception diagram 761
Figure R.1 – Host integration reference model 776
Figure R.2 – Configuration using an electronic device definition 778
Figure R.3 – Configuration using FDT/DTM approach 779
Figure U.1 – Gateway scenarios 789
Figure U.2 – Basic gateway model 790
Figure U.3 – Internal sequence of primitives for session interface 794
Figure U.4 – Internal sequence of primitives for lease management interface 794
Figure U.5 – Internal sequence of primitives for system report interfaces 795
Figure U.6 – Internal sequence of primitives for time interface 795
Figure U.7 – Internal sequence of primitives for client/server interface initiated from gateway to an adapter device 796
Figure U.8 – Internal sequence of primitives for publish interface initiated from gateway to an adapter device 796
Figure U.9 – Internal sequence of primitives for subscribe interface initiated from an adapter device 797
Figure U.10 – Internal sequence of primitives for publisher timer initiated from gateway to an adapter device 797
Figure U.11 – Internal sequence of primitives for subscriber timers initiated from an adapter device 797
Figure U.12 – Internal sequence of primitives for the bulk transfer interface 798
Figure U.13 – Internal sequence of primitives for the alert subscription interface 798
Figure U.14 – Internal sequence of primitives for the alert notification interface 799
Figure U.15 – Internal sequence of primitives for gateway management interfaces 799
Figure U.16 – Tunnel object model 835
Figure U.17 – Distributed tunnel endpoints 836
Figure U.18 – Multicast, broadcast, and one-to-many messaging 837
Figure U.19 – Tunnel object buffering 838
Figure U.20 – Publish/subscribe publisher CoSt flowchart 841

Figure U.21 – Publish/subscribe publisher periodic flowchart 841
Figure U.22 – Publish/subscribe subscriber common periodic and CoSt flowchart 842
Figure U.23 – Network address mappings 843
Figure U.24 – Connection_Info usage in protocol translation 844
Figure U.25 – Transaction_Info usage in protocol translation 845
Figure U.26 – Interworkable tunneling mechanism overview diagram 846
Figure U.27 – Bulk transfer model 849
Figure U.28 – Alert model 850
Figure U.29 – Alert cascading 851
Figure U.30 – Native publish/subscribe and client/server access 852

Table 1 – Standard management object types in DMAP 109
Table 2 – Metadata_attribute data structure 112
Table 3 – Alert types for communication diagnostic category 114
Table 4 – Alert types for security alert category 114
Table 5 – Alert types for device diagnostic alert category 114
Table 6 – Alert types for process alert category 114
Table 7 – ARMO attributes *(1 of 3)* 116
Table 8 – ARMO alerts 119
Table 9 – Alarm_Recovery method 120
Table 10 – DMO attributes *(1 of 8)* 122
Table 11 – DMO alerts 130
Table 12 – System management object types 133
Table 13 – DSO attributes 135
Table 14 – Address_Translation_Row data structure 136
Table 15 – Read_Address_Row method 136
Table 16 – Input argument usage for Read_Address_Row method 138
Table 17 – Output argument usage for Read_Address_Row method 138
Table 18 – Attributes of SMO in system manager 140
Table 19 – Proxy_System_Manager_Join method 142
Table 20 – Proxy_System_Manager_Contract method 144
Table 21 – Effect of different join commands on attribute sets 146
Table 22 – Attributes of DMSO in the system manager 146
Table 23 – System_Manager_Join method 147
Table 24 – System_Manager_Contract method 149
Table 25 – Attributes of STSO in the system manager 153
Table 26 – Attributes of SCO in the system manager 156
Table 27 – SCO method for contract establishment, modification, or renewal *(1 of 8)* 160
Table 28 – Input argument usage for SCO method for contract establishment, modification, or renewal 168
Table 29 – Output argument usage for SCO method for contract establishment, modification, or renewal 169
Table 30 – Contract_Data data structure *(1 of 3)* 172
Table 31 – New_Device_Contract_Response data structure *(1 of 2)* 176

Table 32 – SCO method for contract termination, deactivation and reactivation 183
Table 33 – DMO method to notify of contract termination 184
Table 34 – DMO method to notify of contract modification 186
Table 35 – Security levels 194
Table 36 – Structure of the security control field 194
Table 37 – Sec.DpduPrep.Request elements 200
Table 38 – Sec.DpduPrep.Response elements 201
Table 39 – Sec.DAckCheck.Request elements 202
Table 40 – Sec.DAckCheck.Response elements 203
Table 41 – Sec.DInitialCheck.Request elements 204
Table 42 – Sec.DInitialCheck.Response elements 205
Table 43 – Sec.DAckPrep.Request elements 205
Table 44 – Sec.DAckPrep.Response elements 206
Table 45 – Structure of the WISN DPDU nonce 207
Table 46 – Structure of the 32-bit truncated TAI time used in the D-nonce 208
Table 47 – TSC pseudo-header structure 213
Table 48 – Sec.TpduOutCheck.Request elements 216
Table 49 – Sec.TpduOutCheck.Response elements 216
Table 50 – Sec.TpduSecure.Request elements 217
Table 51 – Sec. TpduSecure.Response elements 218
Table 52 – Sec.TpduInCheck.Request elements 219
Table 53 – Sec.TpduInCheck.Response elements 220
Table 54 – Sec.TpduVerify.Request elements 221
Table 55 – Sec.TpduVerify.Response elements 222
Table 56 – Structure of TL security header 222
Table 57 – Structure of the TPDU nonce 223
Table 58 – Structure of 32-bit truncated nominal TAI time used in the T-nonce 223
Table 59 – Proxy_Security_Sym_Join method 235
Table 60 – Security_Sym_Join method 236
Table 61 – Security_Confirm method 236
Table 62 – Security_Sym_Join_Request data structure 237
Table 63 – Security_Sym_Join_Response data structure 238
Table 64 – Structure of compressed security level field 239
Table 65 – Master key security level 240
Table 66 – Security_Sym_Confirm data structure 240
Table 67 – Implicit certificate format 242
Table 68 – Usage_serial_number structure 242
Table 69 – Proxy_Security_Pub_Join method 249
Table 70 – Security_Pub_Join method 250
Table 71 – Proxy_Security_Pub_Confirm method 251
Table 72 – Security_Pub_Confirm method 251
Table 73 – Network_Information_Confirmation method 252
Table 74 – Format of asymmetric join request internal structure 253

Table 75 – Format of the protocol control field 253
Table 76 – Format of asymmetric join response internal structure 254
Table 77 – Format of first join confirmation internal structure 255
Table 78 – Format of join confirmation response internal structure 256
Table 79 – Joining process and device lifetime state machine 258
Table 80 – Security_New_Session method 261
Table 81 – Security_New_Session_Request data structure 262
Table 82 – Security_New_Session_Response data structure 264
Table 83 – New_Key method 266
Table 84 – Security_Key_and_Policies data structure 267
Table 85 – Security_Key_Update_Status data structure 269
Table 86 – T-key and D-key state transition 270
Table 87 – Attributes of PSMO in the system manager 271
Table 88 – Structure of policy field 274
Table 89 – Key_Type 274
Table 90 – Key_Usage 275
Table 91 – Granularity 275
Table 92 – DSMO attributes 280
Table 93 – KeyDescriptor 282
Table 94 – T-keyLookupData OctetString fields 283
Table 95 – Delete key method 284
Table 96 – Key_Policy_Update method 285
Table 97 – DSMO alerts 287
Table 98 – Timing requirements 288
Table 99 – Graph table on ND20 294
Table 100 – Graph table on ND21 294
Table 101 – Approximating nominal timing with 32 KiHz clock 325
Table 102 – DL_Config_Info structure 351
Table 103 – CountryCode 357
Table 104 – DD-DATA.request parameters 360
Table 105 – DD-DATA.confirm parameters 361
Table 106 – Value set for status parameter 361
Table 107 – DD-DATA.indication parameters 362
Table 108 – ExtDLUint, one-octet variant 364
Table 109 – ExtDLUint, two-octet variant 365
Table 110 – Data DPDU MHR 366
Table 111 – Data DPDU DHDR 367
Table 112 – Data DPDU DMXHR 368
Table 113 – DROUT structure, compressed variant 369
Table 114 – DROUT structure, uncompressed variant 370
Table 115 – DADDR structure 371
Table 116 – ACK/NAK DPDU MHR 372
Table 117 – ACK/NAK DPDU DHR 373

Table 118 – ACK/NAK DPDU DHDR 374
Table 119 – Advertisement DAUX structure 375
Table 120 – Advertisement selections elements 376
Table 121 – Advertisement selections 377
Table 122 – Advertisement time synchronization elements 377
Table 123 – Advertisement time synchronization structure 377
Table 124 – Join superframe information subfields 379
Table 125 – Join superframe information structure 379
Table 126 – Superframe derived from advertisement 380
Table 127 – Join information elements 381
Table 128 – Join information structure 381
Table 129 – Defaults for links created from advertisements 383
Table 130 – dlmo.Neighbor entry created from advertisements 384
Table 131 – dlmo.Graph entry created from advertisements 384
Table 132 – dlmo.Route entry created from advertisements 384
Table 133 – Solicitation header subfields 387
Table 134 – Solicitation header structure 387
Table 135 – Solicitation DAUX fields 388
Table 136 – Solicitation DAUX structure 388
Table 137 – Activate link DAUX fields 389
Table 138 – Activate link DAUX structure 390
Table 139 – Report received signal quality DAUX fields 390
Table 140 – Report received signal quality DAUX structure 390
Table 141 – DLMO attributes *(1 of 7)* 391
Table 142 – D-subnet filter octets 401
Table 143 – dlmo.TaiAdjust OctetString fields 402
Table 144 – dlmo.TaiAdjust OctetString structure 402
Table 145 – dlmo.EnergyDesign OctetString fields 402
Table 146 – dlmo.EnergyDesign OctetString structure 402
Table 147 – dlmo.DeviceCapability OctetString fields 403
Table 148 – dlmo.DeviceCapability OctetString structure 404
Table 149 – dlmo.DiscoveryAlert fields 406
Table 150 – dlmo.DiscoveryAlert structure 406
Table 151 – dlmo.Candidates OctetString fields 407
Table 152 – dlmo.Candidates structure 407
Table 153 – dlmo.SmoothFactors OctetString fields 408
Table 154 – dlmo.SmoothFactors structure 408
Table 155 – dlmo.QueuePriority fields 409
Table 156 – dlmo.QueuePriority structure 410
Table 157 – dlmo.ChannelDiag fields 411
Table 158 – dlmo.ChannelDiag structure 411
Table 159 – dlmo.Ch fields 413
Table 160 – dlmo.Ch structure 413

Table 161 – Transaction receiver template fields 416
Table 162 – Transaction receiver template structure 416
Table 163 – Transaction initiator template fields 417
Table 164 – Transaction initiator template structure 418
Table 165 – Default transaction responder template, used during joining process 418
Table 166 – Default transaction initiator template, used during joining process 419
Table 167 – Default transaction responder template, used during joining process 419
Table 168 – dlmo.Neighbor fields 421
Table 169 – dlmo.Neighbor structure 422
Table 170 – ExtendGraph fields 423
Table 171 – ExtGraph structure 424
Table 172 – dlmo.NeighborDiagReset fields 424
Table 173 – dlmo.NeighborDiagReset structure 424
Table 174 – dlmo.Superframe fields 425
Table 175 – dlmo.Superframe structure 426
Table 176 – dlmo.SuperframeIdle fields 430
Table 177 – dlmo.SuperframeIdle structure 430
Table 178 – dlmo.Graph 431
Table 179 – dlmo.Graph structure 431
Table 180 – dlmo.Link fields 432
Table 181 – dlmo.Link structure 433
Table 182 – dlmo.Link[ ].Type structure 434
Table 183 – Allowed dlmo.Link[ ].Type combinations 435
Table 184 – Values for dlmo.Link[ ].Schedule 436
Table 185 – dlmo.Route fields 436
Table 186 – dlmo.Route structure 437
Table 187 – dlmo.NeighborDiag fields 438
Table 188 – Diagnostic summary OctetString fields 438
Table 189 – Diagnostic summary OctetString structure 439
Table 190 – Diagnostic ClockDetail OctetString fields 439
Table 191 – Diagnostic ClockDetail OctetString structure 440
Table 192 – Read_Row method 441
Table 193 – Write_Row method 441
Table 194 – Write_Row_Now method 442
Table 195 – dlmo.AlertPolicy fields 443
Table 196 – dlmo.AlertPolicy OctetString structure 443
Table 197 – DL_Connectivity alert 444
Table 198 – DL_Connectivity alert OctetString 444
Table 199 – NeighborDiscovery alert 445
Table 200 – Link-local address structure 446
Table 201 – Address translation table (ATT) 447
Table 202 – Example of a routing table 452
Table 203 – N-DATA.request elements 466

Table 204 – N-DATA.confirm elements 467
Table 205 – N-DATA.indication elements 468
Table 206 – NLMO attributes *(1 of 3)* 469
Table 207 – Contract table structure 472
Table 208 – Route table elements 473
Table 209 – Address translation table structure 473
Table 210 – NLMO structured MIB manipulation methods 475
Table 211 – Alert to indicate dropped PDU/PDU error 476
Table 212 – Common header patterns 478
Table 213 – Basic NL header format 478
Table 214 – Contract-enabled NL header format 480
Table 215 – 6LoWPAN_IPHC encoding format 480
Table 216 – IPv6 NL header format 481
Table 217 – Full NL header in the DL 482
Table 218 – NL header format for fragmented NPDUs 483
Table 219 – Format of first fragment header 483
Table 220 – Format of second and subsequent fragment headers 484
Table 221 – UDP header encoding 488
Table 222 – UDP 6LoWPAN_NHC-for-UDP encoding octet 492
Table 223 – Optimal UDP header encoding 492
Table 224 – UDP header encoding with checksum and compressed port numbers 493
Table 225 – T-DATA.request elements 494
Table 226 – T-DATA.confirm elements 495
Table 227 – T-DATA.confirm status codes 495
Table 228 – T-DATA.indication elements 496
Table 229 – TLMO attributes *(1 of 2)* 497
Table 230 – TL management object methods – Reset 499
Table 231 – TL management object methods – Halt 500
Table 232 – TL management object methods – PortRangeInfo 500
Table 233 – TL management object methods – GetPortInfo 501
Table 234 – TL management object methods – GetNextPortInfo 502
Table 235 – TL management object alert types – Illegal use of port 502
Table 236 – TL management object alert types – TPDU received on unregistered port 503
Table 237 – TL management object alert types – TPDU does not match security policies 503
Table 238 – State table for alarm transitions 512
Table 239 – State table for event transitions 513
Table 240 – UAP management object attributes *(1 of 2)* 530
Table 241 – State table for UAP management object 532
Table 242 – UAP management object methods 532
Table 243 – Alert-receiving object attributes 533
Table 244 – State table for handling an AlertReport reception 534
Table 245 – AlertReceiving object methods 535

Table 246 – UploadDownload object attributes *(1 of 4)* 536
Table 247 – UploadDownload object methods 541
Table 248 – UploadDownload object StartDownload method 542
Table 249 – UploadDownload object DownloadData method 543
Table 250 – UploadDownload object EndDownload method 545
Table 251 – UploadDownload object StartUpload method 546
Table 252 – UploadDownload object UploadData method 547
Table 253 – UploadDownload object EndUpload method 548
Table 254 – Download state table for unicast operation mode *(1 of 2)* 549
Table 255 – Upload state table for unicast operation mode *(1 of 2)* 552
Table 256 – Concentrator object attributes *(1 of 2)* 554
Table 257 – Concentrator object methods 555
Table 258 – Dispersion object attributes *(1 of 2)* 556
Table 259 – Dispersion object methods 557
Table 260 – Tunnel object attributes *(1 of 3)* 558
Table 261 – Tunnel object methods 560
Table 262 – Interface object attributes 561
Table 263 – Interface object methods 561
Table 264 – Data type: ObjectAttributeIndexAndSize 563
Table 265 – Data type: Communication association endpoint *(1 of 2)* 564
Table 266 – Data type: Communication contract data 566
Table 267 – Data type: Alert communication endpoint 567
Table 268 – Data type: Tunnel endpoint 567
Table 269 – Data type: Alert report descriptor 568
Table 270 – Data type: Process control alarm report descriptor for analog with single reference condition 568
Table 271 – Data type: ObjectIDandType 569
Table 272 – Data type: UnscheduledCorrespondent 569
Table 273 – AL services 570
Table 274 – Publish service 574
Table 275 – Read service 580
Table 276 – Write service 585
Table 277 – Execute service 589
Table 278 – AlertReport service 595
Table 279 – AlertAcknowledge service 598
Table 280 – Tunnel service 602
Table 281 – Application flow characteristics 605
Table 282 – AL service primitive to TL service primitive mapping 606
Table 283 – ASLMO attributes *(1 of 2)* 608
Table 284 – Application sublayer management object methods 609
Table 285 – Reset method 610
Table 286 – ASLMO alerts 611
Table 287 – Analog input object attributes 614

Table 288 – Analog input object methods 615
Table 289 – Analog input alerts 616
Table 290 – Analog output attributes *(1 of 2)* 617
Table 291 – Analog output object methods 618
Table 292 – Analog output alerts 619
Table 293 – Binary input object attributes 620
Table 294 – Binary input object methods 621
Table 295 – Binary input alerts 621
Table 296 – Binary output attributes 622
Table 297 – Binary output object methods 623
Table 298 – Binary output alerts 623
Table 299 – Status octet 625
Table 300 – Data type: Process control value and status for analog value 625
Table 301 – Data type: Process control value and status for binary value 626
Table 302 – Data type: Process control mode 626
Table 303 – Data type: Process control mode bitstring 626
Table 304 – Data type: Process control scaling 627
Table 305 – Process control standard objects 627
Table 306 – Services 628
Table 307 – Application messaging format 628
Table 308 – Concatenated APDUs in a single TSDU 629
Table 309 – Object addressing 629
Table 310 – Four-bit addressing mode APDU header construction 630
Table 311 – Eight-bit addressing mode APDU header construction 630
Table 312 – Sixteen-bit addressing mode APDU header construction 630
Table 313 – Inferred addressing use case example 631
Table 314 – Inferred addressing mode APDU header construction 631
Table 315 – Six-bit attribute identifier, not indexed 632
Table 316 – Six-bit attribute identifier, singly indexed, with 7-bit index 632
Table 317 – Six-bit attribute identifier, singly indexed, with 15-bit index 632
Table 318 – Six-bit attribute identifier, doubly indexed, with two 7-bit indices 633
Table 319 – Six-bit attribute identifier, doubly indexed, with two 15-bit indices 633
Table 320 – Six-bit attribute identifier, doubly indexed, with first index seven bits long and second index fifteen bits long 633
Table 321 – Six-bit attribute bit attribute identifier, doubly indexed, with first index fifteen bits long and second index seven bits long 633
Table 322 – Twelve-bit attribute identifier, not indexed 634
Table 323 – Twelve-bit attribute identifier, singly indexed with 7-bit index 634
Table 324 – Twelve-bit attribute identifier, singly indexed with 15-bit index 634
Table 325 – Twelve-bit attribute identifier, doubly indexed with two 7-bit indices 634
Table 326 – Twelve-bit attribute identifier, doubly indexed with two 15-bit indices 635
Table 327 – Twelve-bit attribute identifier, doubly indexed with first index 7 bits long and second index 15 bits long 635

Table 328 – Twelve-bit attribute identifier, doubly indexed with the first index 15 bits long and the second index 7 bits long 635
Table 329 – Twelve-bit attribute identifier, reserved form 635
Table 330 – Coding rules for read service request 636
Table 331 – Coding rules for read service response with 7-bit size field 636
Table 332 – Coding rules for read service response with 15-bit size field 636
Table 333 – Coding rules for write service request with 7-bit size field 637
Table 334 – Coding rules for write service request with 15-bit size field 637
Table 335 – Coding rules for write service response 637
Table 336 – Coding rules for execute service request with 7-bit size field 638
Table 337 – Coding rules for execute service request with 15-bit size field 638
Table 338 – Coding rules for execute service response with 7-bit size field 638
Table 339 – Coding rules for execute service response with 15-bit size field 639
Table 340 – Coding rules for tunnel service request with 7-bit size field 639
Table 341 – Coding rules for tunnel service request with 15-bit size field 639
Table 342 – Coding rules for tunnel service response with 7-bit size field 639
Table 343 – Coding rules for tunnel service response with 15-bit size field 640
Table 344 – Coding rules for AlertReport service with 7-bit associated-data size field 640
Table 345 – Coding rules for AlertReport service with 15-bit associated-data size field 640
Table 346 – Coding rules for AlertAcknowledge service 641
Table 347 – Coding rules for publish service for a native sequence of values 641
Table 348 – Coding rules for publish service – non-native (for tunnel support) 641
Table 349 – Coding rules for concatenate service 641
Table 350 – General coding rule for size-invariant application data 642
Table 351 – General coding rule for size-varying application data of 0..255 octets 642
Table 352 – Coding rules for Unsigned8 644
Table 353 – Coding rules for Unsigned16 644
Table 354 – Coding rules for Unsigned32 645
Table 355 – Coding rules for Unsigned64 645
Table 356 – Coding rules for Unsigned128 646
Table 357 – Coding rules for single-precision float 647
Table 358 – Coding rules for double-precision float 647
Table 359 – Coding rules for VisibleString 648
Table 360 – Coding rules for OctetString 648
Table 361 – Coding rules for BitString 649
Table 362 – Coding rules for TAINetworkTime, and for TAITimeDifference when interpreted as a modulo difference 650
Table 363 – Coding rules for TAITimeRounded 650
Table 364 – Coding example: Read request for a non-indexed attribute 664
Table 365 – Coding example: Read response for a non-indexed attribute 664
Table 366 – Coding example: Tunnel service request 664
Table 367 – Factory default settings 672
Table 368 – Device provisioning object *(1 of 6)* 678
Table 369 – Reset_To_Default method 683

Table 370 – Write symmetric join key method 684
Table 371 – Device provisioning service object *(1 of 4)* 685
Table 372 – DPSOWhiteListTbl data structure *(1 of 2)* 689
Table 373 – Array manipulation table 691
Table 374 – DPSO alert to indicate join by a device not on the WhiteList 691
Table 375 – DPSO alert to indicate inadequate device join capability 692
Table B.1 – Protocol layer device roles 699
Table B.2 – Over-the-air upgrades 699
Table B.3 – Session support profiles 700
Table B.4 – Baseline profiles 701
Table B.5 – PhL roles 701
Table B.6 – DL required for listed roles 702
Table B.7 – Role profiles: General DLMO attributes 703
Table B.8 – Role profiles: dlmo.Device_Capability 703
Table B.9 – Role profiles: dlmo.Ch (channel-hopping) 704
Table B.10 – Role profiles: dlmo.TsTemplate 704
Table B.11 – Role profiles: dlmo.Neighbor 704
Table B.12 – Role profiles: dlmo.NeighborDiag 705
Table B.13 – Role profiles: dlmo.Superframe 705
Table B.14 – Role profiles: dlmo.Graph 705
Table B.15 – Role profiles: dlmo.Link 706
Table B.16 – Role profiles: dlmo.Route 706
Table B.17 – Role profiles: dlmo.Queue_Priority 706
Table B.18 – Routing table size 707
Table B.19 – Address table size 707
Table B.20 – Port support size 707
Table B.21 – APs 707
Table B.22 – Role profiles: I/O, routers, gateways, and backbone routers 708
Table B.23 – Role profile: Gateway 708
Table B.24 – Role profile: Gateway native access 708
Table B.25 – Role profile: Gateway interworkable tunnel mechanism 709
Table C.1 – Usage classes 711
Table D.1 – System management configuration defaults 716
Table D.2 – Security configuration defaults 717
Table D.3 – DLE configuration defaults 718
Table D.4 – NLE configuration defaults 719
Table D.5 – TLE configuration defaults 719
Table D.6 – ALE configuration defaults 720
Table D.7 – Provisioning configuration defaults 722
Table D.8 – Gateway configuration defaults 722
Table I.1 – Table of standard object types 738
Table I.2 – Template for standard object attributes 739
Table I.3 – Template for standard object methods 740

Table I.4 – Template for standard object alert reporting 741
Table I.5 – Template for data structures 742
Table J.1 – Scheduled_Write method template 744
Table J.2 – Read_Row method template 745
Table J.3 – Write_Row method template 745
Table J.4 – Reset_Row method template 746
Table J.5 – Delete_Row method template 747
Table K.1 – Standard object types 749
Table K.2 – Standard object instances 751
Table L.1 – Standard data types 753
Table M.1 – Identification of tunneled legacy fieldbus protocols 755
Table T.1 – Sample MHR for join request 785
Table T.2 – Sample DHR for join request 786
Table T.3 – Network header for join messages 786
Table U.1 – Summary of notional gateway high-side interface examples 792
Table U.2 – Primitive G_Session parameter usage 801
Table U.3 – GS_Status for G_Session confirm 803
Table U.4 – Primitive G_Lease parameter usage 804
Table U.5 – GS_Lease_Type for G_Lease request 805
Table U.6 – GS_Status for G_Lease confirm 806
Table U.7 – Primitive G_Device_List_Report parameter usage 807
Table U.8 – GS_Status for G_Device_List_Report confirm 808
Table U.9 – Primitive G_Topology_Report parameter usage 808
Table U.10 – Primitive G_Schedule_Report parameter usage 810
Table U.11 – Primitive G_Device_Health_Report parameter usage 812
Table U.12 – Primitive G_Neighbor_Health_Report parameter usage 813
Table U.13 – Primitive G_Network_Health_Report parameter usage 815
Table U.14 – Primitive G_Time parameter usage 817
Table U.15 – GS_Status for G_Time confirm 817
Table U.16 – Primitive G_Client_Server parameter usage 818
Table U.17 – GS_Status for G_Client_Server confirm 819
Table U.18 – Primitive G_Publish parameter usage 821
Table U.19 – GS_Status for G_Publish confirm 822
Table U.20 – Primitive G_Subscribe parameter usage 822
Table U.21 – GS_Status for G_Subscribe confirm 823
Table U.22 – Primitive G_Publish_Timer parameter usage 823
Table U.23 – Primitive G_Subscribe_Timer parameter usage 823
Table U.24 – Primitive G_Publish_Watchdog parameter usage 824
Table U.25 – Primitive G_Bulk_Open parameter usage 825
Table U.26 – GS_Status for G_Bulk_Open confirm 826
Table U.27 – Primitive G_Bulk_Transfer parameter usage 826
Table U.28 – GS_Status for G_Bulk_Transfer confirm 826
Table U.29 – Primitive G_Bulk_Close parameter usage 827

Table U.30 – Primitive G_Alert_Subscription parameter usage 828
Table U.31 – GS_Status for G_Alert_Subscription confirm 829
Table U.32 – Primitive G_Alert_Notification parameter usage 829
Table U.33 – Primitive G_Read_Gateway_Configuration parameter usage 830
Table U.34 – GS_Attribute_Identifier values for G_Read_Gateway_Configuration request 831
Table U.35 – Primitive G_Write_Gateway_Configuration parameter usage 831
Table U.36 – GS_Attribute_Identifier values for G_Write_Gateway_Configuration request 832
Table U.37 – GS_Status for G_Write_Gateway_Configuration confirm 832
Table U.38 – Primitive G_Write_Device_Configuration parameter usage 833
Table U.39 – GS_Status for G_Write_Device_Configuration confirm 834
Table U.40 – Primitive G_Read_Device_Configuration parameter usage 834
Table U.41 – Example of gateway configuration management attributes 854

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

INDUSTRIAL NETWORKS – WIRELESS COMMUNICATION NETWORK AND COMMUNICATION PROFILES – ISA 100.11A

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.

DISCLAIMER
This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 62734 bears the edition number 1.1. It consists of the first edition (2014-10) [documents 65C/778/FDIS and 65C/788/RVD] and its amendment 1 (2019-07) [documents 65C/965/FDIS and 65C/970/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 62734 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

This International Standard is based on ISA 100.11a:2011.

The reader's attention is drawn to the fact that Annex V lists all of the “in-some-country” clauses on differing practices of a less permanent nature relating to the subject of this standard.

This first edition constitutes a technical revision.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication 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.

0 Introduction

0.1 General

This standard provides specifications in accordance with the OSI Basic Reference Model, ISO/IEC 7498–1, (e.g., PhL, DL, etc.), and also provides security and management (including network and device configuration) specifications for wireless devices serving Annex C's usage classes 1 through 5, and potentially class 0, for fixed, portable, and moving devices.

This standard is intended to provide reliable and secure wireless operation for non-critical monitoring, alerting, supervisory control, open loop control, and closed loop control applications. This standard defines a protocol suite, including system management, gateway considerations, and security specifications, for low-data-rate wireless connectivity with fixed, portable, and slowly-moving devices, often operating under severe energy and power constraints. The application focus is the performance needs of process automation monitoring and control where end-to-end communication latencies on the order of at least 100 ms can be tolerated.

To meet the needs of industrial wireless users and operators, the technology specified in this document provides robustness in the presence of interference found in harsh industrial environments or caused by wireless systems not covered by this international standard. As described in Clause 4, this standard addresses coexistence with other wireless devices anticipated in the industrial workspace, such as cell phones and devices based on IEC 62591 (based on WirelessHART™[1]), IEC 62601 (based on WIA-PA), IEEE 802.11 (WiFi), IEEE 802.15, IEEE 802.16 (WiMax), and other relevant standards. Furthermore, this standard supports interoperability of devices compliant with this international standard, as described in Clause 5, in those aspects of operation that are covered by this international standard.

This standard does not define or specify plant infrastructure or its security or performance characteristics. However, it is important that the security of the plant infrastructure be assured by the end user.

0.2 Document structure

This document is organized into clauses focused on unique network functions and protocol suite layers. The clauses describe system, system management, security management, physical layer, data-link layer, network layer, transport layer, application layer, and provisioning. Generic considerations that apply to protocol gateways are also included, though specifications of specific protocol gateways are not. Each clause describes a functionality or protocol layer and dictates the behavior required for proper operation. When a clause describes behaviors related to another function or layer, a reference to the appropriate other clause is supplied for further information.

The mandatory and optional communication protocols defined by this document are referred to as native protocols, while those protocols used by other networks such as legacy fieldbus communication protocols are referred to as foreign protocols.

0.3 Potentially relevant patents

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of multiple patents:

a) concerning elliptic curve (asymmetric) cryptography, given in 7.4.6 and 7.2.2.3;

---

[1] Property of the HART Communication Foundation. This information is given for the convenience of users of the standard and does not constitute an endorsement of the trademark holder or any related products. Compliance to this profile does not require use of the registered trademark. Use of the trademarks requires permission of the trade name holder.

b) concerning synchronizing clocks and assessing link quality, given in 9.1.9.3 and 9.1.15;

c) concerning unspecified subject areas;

d) concerning wireless provisioning, and selection and routing among multiple gateways.

IEC takes no position concerning the evidence, validity and scope of these patent rights.

The holders of these patent rights have assured the IEC that they are willing to negotiate licences either free of charge (free) or under reasonable and non-discriminatory terms and conditions (RAND) with applicants throughout the world. In this respect, the statements of the following holders of those patent rights are registered with IEC.

Information on these patent rights and their licensing may be obtained from:

a)	Certicom Corporation 4701 Tahoe Blvd, Bldg A L4W 0B5 Mississauga, ON CANADA Attn: Patent licensing Licensing terms: presumably RAND Relevant patents: unknown; not stated by patent holder	b)	NIVIS LLC 1000 Circle 75 Pkwy, Suite 300 Atlanta, GA 30339-6051 USA Attn: Patent licensing Licensing terms: RAND Relevant patents: – US 20100027437 – US 20100098204
c)	General Electric 1 Research Cir Schenectady, NY 12309-1027 USA Attn: Patent licensing Licensing terms: presumably RAND, reciprocity Relevant patents: unknown; not stated by patent holder	d)	Yokogawa Electric Corporation 2-9-32 Nakachou, ~~Musashina~~ Musashino-shi Tokyo JAPAN Attn: Patent licensing Licensing terms: RAND, reciprocity Relevant patents: – JP 4129749 – US 8005514 – US 8031727 – US 8305927 – US 2009080394
The above patent holders, patents, and licensing terms are those declared to the IEC as relevant to IEC 62734, as of the date of preparation of this text.			

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights other than those identified above. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

ISO (http://www.iso.org/patents) and IEC (http://patents.iec.ch) maintain on-line databases of patents relevant to their standards. Users are encouraged to consult these databases for the most up-to-date information concerning patents.

INDUSTRIAL NETWORKS – WIRELESS COMMUNICATION NETWORK AND COMMUNICATION PROFILES – ISA 100.11A

1 Scope

This International Standard specifies a method of reliable and secure wireless operation for non-critical monitoring, alerting, supervisory control, open loop control, and closed loop control applications. This standard defines a protocol suite, including system management, gateway considerations, and security specifications, for low-data-rate wireless connectivity with fixed, portable, and slowly-moving devices, often operating under severe energy and power constraints. The application focus of this standard is the performance needs of process automation monitoring and control, where end-to-end communication delays on the order of 100 ms can be tolerated.

This standard specifies the following:

- physical layer service definition and protocol specification;
- data-link layer service definition and protocol specification;
- network layer service definition and protocol specification;
- transport layer service definition and protocol specification;
- application layer service definition and protocol specification, including support for protocol tunneling and gateways;
- security and security management;
- provisioning and configuration;
- network management; and
- additive communication role profiles (i.e., one or more can be selected concurrently).

Functionality above the application layer of the OSI Basic Reference Model, such as the so-called User Layer and different profiles for functionality at that layer, is not addressed. However, it is discussed briefly in Annex A.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

NOTE See the Bibliography for non-normative references.

ISO/IEC 646, *Information technology – ISO 7-bit coded character set for information interchange*

ISO/IEC 10731, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Conventions for the definition of OSI services*

ISO/IEC 18033-3, *Information technology – Security techniques – Encryption algorithms – Part 3: Block ciphers*

ISO/IEC 19772, *Information technology – Security techniques – Authenticated encryption*

ANSI X9.63:2011, *Public Key Cryptography for the Financial Services Industry – Key Agreement and Key Transport Using Elliptic Curve Cryptography*

IETF RFC 2460:1998, *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification*

IETF RFC 2464, *Transmission of IPv6 Packets over Ethernet Networks*

IETF RFC 2529, *Transmission of IPv6 over IPv4 Domains without Explicit Tunnels*

IETF RFC 3168, *The Addition of Explicit Congestion Notification (ECN) to IP*

IETF RFC 4213, *Basic Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers*

IETF RFC 4291:2006, *IP Version 6 Addressing Architecture*

IETF RFC 4944, *Transmission of IPv6 Packets over IEEE 802.15.4 Networks*

IETF RFC 6282:2011, *Compression Format for IPv6 Datagrams over IEEE 802.15.4-Based Networks*

IETF RFC 6298, *Computing TCP's Retransmission Timer*

IEEE Std 802.15.4™:~~2011~~2015[2],~~ *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)*~~ *IEEE Standard for Low-Rate Wireless Networks*

SEC 1:2009, *Elliptic Curve Cryptography, version 2*, available at http://www.secg.org

SEC 4, *Elliptic Curve Qu-Vanstone Implicit Certificate Scheme (ECQV), version 0.97*, available at http://www.secg.org

[2] Property of IEEE, http://www.ieee.org.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 886
0 Introduction 888
0.1 Généralités 888
0.2 Structure du document 888
0.3 Droits de propriété potentiellement applicables 889
1 Domaine d'application 890
2 Références normatives 890
3 Termes, définitions, abréviations, acronymes et conventions 891
3.1 Termes et définitions 892
3.2 Abréviations et acronymes 921
3.3 Conventions 927
4 Vue d'ensemble 929
4.1 Généralités 929
4.2 Interopérabilité et problèmes associés 930
4.3 Qualité de service 930
4.4 Applicabilité à l'échelle mondiale 931
4.5 Architecture réseau 931
4.6 Caractéristiques de réseau 938
5 Système 947
5.1 Généralités 947
5.2 Appareils 947
5.3 Réseaux 957
5.4 Structure de suite de protocoles 970
5.5 Flot de données 972
5.6 Référence temporelle 983
5.7 Mises à niveau de firmware 984
5.8 Dorsales sans fil et autres infrastructures 985
6 Rôle de gestion de système 985
6.1 Généralités 985
6.2 DMAP 988
6.3 Gestionnaire de système 1015
7 Sécurité 1079
7.1 Généralités 1079
7.2 Services de sécurité 1081
7.3 Sécurité de PDU 1086
7.4 Processus de rattachement 1122
7.5 Etablissement de session 1160
7.6 Mise à jour de clé 1166
7.7 Fonctionnalité du rôle de gestionnaire de sécurité 1174
7.8 Politiques de sécurité 1176
7.9 Fonctions de sécurité disponibles à l'AL 1180
7.10 Collecte des statistiques de sécurité, détection de menaces et rapports 1183
7.11 Fonctionnalité de DSMO 1183
8 Couche physique 1191
8.1 Généralités 1191

8.2 Couche physique par défaut 1192
9 Couche liaison de données 1194
9.1 Généralités 1194
9.2 DDSAP 1277
9.3 Data DPDU et DPDU ACK/NAK 1280
9.4 Base d'informations de gestion de DL 1308
9.5 Méthodes de DLE 1362
9.6 Alertes de DL 1364
10 Couche Réseau 1367
10.1 Généralités 1367
10.2 Vue d'ensemble des fonctionnalités de la NL 1367
10.3 Services de données de NLE 1395
10.4 Objet de gestion de NL 1398
10.5 Formats de NPDU 1408
11 Transport layer (couche transport) 1416
11.1 Généralités 1416
11.2 Modèle de référence de TLE 1416
11.3 Entité de sécurité de transport 1417
11.4 Entité de données de transport 1418
11.5 Codage de TPDU 1423
11.6 Modèle de TL 1426
12 Couche d'application 1436
12.1 Généralités 1436
12.2 Considérations relatives à l'énergie 1437
12.3 Considérations de système de commande hérité 1437
12.4 Vue d'ensemble de la modélisation orientée objet 1438
12.5 Modèle d'objet 1441
12.6 Modèle d'attribut d'objet 1442
12.7 Modèle de méthode 1444
12.8 Modèle d'alerte 1445
12.9 Modèle d'état d'alarme 1445
12.10 Modèle d'état d'événement 1447
12.11 Rapports relatifs à l'alerte 1447
12.12 Modèle d'interaction de communication 1450
12.13 Adressage d'AL 1461
12.14 Objets de gestion 1465
12.15 Objets utilisateurs 1465
12.16 Types de données 1503
12.17 Services d'application fournis par la sous-couche d'application 1510
12.18 Utilisation du flux d'AL relative aux services de couche inférieure 1549
12.19 Gestion d'AL 1550
12.20 Structures de données normalisées de l'industrie de contrôle de processus 1569
12.21 Tables complémentaires 1572
12.22 Codage 1573
12.23 Syntaxe 1599
12.24 Exemples de codage détaillés (informative) 1610
13 Configuration 1611
13.1 Généralités 1611

13.2 Termes et définitions pour les appareils ayant divers rôles ou états 1612
13.3 Procédures de configuration 1614
13.4 Clés symétriques préinstallées 1614
13.5 Configuration utilisant des mécanismes hors bande 1615
13.6 Réseaux de configuration 1615
13.7 Diagrammes de transition d'état 1618
13.8 Objets de protocole d'application de gestion d'appareil utilisés au cours de la configuration 1626
13.9 Objets de gestion 1630
13.10 Objet service de configuration d'appareil 1637
13.11 Fonctions de configuration (informative) 1645
Annexe A (informative) Couche d'utilisateur/profils d'application 1649
Annexe B (normative) Profils de rôles de communications 1651
Annexe C (informative) Informations de référence 1663
Annexe D (normative) Valeurs de configuration par défaut 1671
Annexe E (informative) Utilisation de réseaux dorsaux 1677
Annexe F (normative) Concepts de sécurité de base – Notation et représentation 1680
Annexe G (informative) Utilisation de chaînes de certificats pour la configuration par liaison radio 1681
Annexe H (normative) Blocs modules de base de sécurité 1682
Annexe I (informative) Modèles de définition 1692
Annexe J (informative) Opérations sur les attributs 1697
Annexe K (normative) Types d'objets normalisés 1702
Annexe L (informative) Types de données normalisés 1707
Annexe M (normative) Identification de protocoles de bus de terrain hérités et tunnellisés 1709
Annexe N (informative) Tunnellisation et mapping d'objets natifs 1710
Annexe O (informative) Conversion de protocoles générique 1713
Annexe P (informative) Adaptations exemplaires du GIAP pour la présente norme 1720
Annexe Q (informative) Adaptations exemplaires du GIAP pour l'IEC 62591 1725
Annexe R (informative) Interface système hôte aux appareils conformes à la norme via une passerelle 1735
Annexe S (informative) Vecteurs d'essai de fonctionnement de clés symétriques 1742
Annexe T (informative) En-têtes de liaison de données et de réseau pour des demandes de rattachement 1745
Annexe U (informative) Rôle de la passerelle 1747
Annexe V (informative) Conformité avec ETSI EN 300 328 ~~v1.8.1~~ v2.1.1 1826
Bibliographie 1832

Figure 1 – Réseau conforme à la norme 934
Figure 2 – PDU typique à une seule couche sans fragmentation ni groupage 935
Figure 3 – Structure de PDU complète à plusieurs couches utilisée par la présente norme 935
Figure 4 – Appareils physiques versus rôles 951
Figure 5 – Représentation hypothétique des phases d'un appareil 956
Figure 6 – Topologie en étoile simple 959

Figure 7 – Topologie concentrateur-rayons simple 960
Figure 8 – Topologie maillée 961
Figure 9 – Topologie en étoile-maillée simple 962
Figure 10 – Exemple où le réseau et le sous-réseau D se chevauchent 964
Figure 11 – Exemple où le réseau et le sous-réseau D diffèrent 965
Figure 12 – Réseau avec plusieurs passerelles 966
Figure 13 – Réseau de base avec passerelle de secours 968
Figure 14 – Réseau avec dorsale 969
Figure 15 – Réseau avec dorsale – Rôles des appareils 970
Figure 16 – Modèle de référence utilisé par la présente norme 971
Figure 17 – Flot de données de base 973
Figure 18 – Flot de données entre appareils E/S 975
Figure 19 – Flot de données avec appareil E/S hérité 977
Figure 20 – Flot de données avec appareil résidant sur la dorsale 979
Figure 21 – Flot de données entre appareils E/S par un sous-réseau dorsal 981
Figure 22 – Flux de données à destination d'un système de commande compatible avec la norme 983
Figure 23 – Architecture de gestion 986
Figure 24 – DMAP 989
Figure 25 – Exemple de flux de SAP de gestion à travers une suite de protocoles normalisée 991
Figure 26 – Concept de l'architecture de gestionnaire de système 1016
Figure 27 – Interaction UAP-gestionnaire de système au cours de l'établissement d'un contrat 1041
Figure 28 – Interaction, relative à un contrat, entre DMO et SCO 1045
Figure 29 – Source, destination et appareils intermédiaires du contrat 1059
Figure 30 – Exemple d'établissement de contrat 1069
Figure 31 – Utilisation de l'ID de contrat dans la source 1071
Figure 32 – Résiliation de contrat 1075
Figure 33 – Modification de contrat avec effet immédiat 1077
Figure 34 – Exemples de portée de DPDU et de TPDU 1081
Figure 35 – Clés et durées de vie associées 1083
Figure 36 – Durées de vie des clés 1085
Figure 37 – Structure de DPDU 1088
Figure 38 – DLE et traitement de DLS pour un initiateur de transaction D 1090
Figure 39 – DPDU reçues – DLE et DSC 1092
Figure 40 – Structure de TPDU et couverture protégée 1105
Figure 41 – Paramètres de TMIC 1106
Figure 42 – Interaction de la TL et du TSC, TPDU sortante 1108
Figure 43 – Interaction de la TL et du TSC, TPDU entrante 1109
Figure 44 – Exemple: Vue d'ensemble du processus de rattachement à clés symétriques 1128
Figure 45 – Exemple: Vue d'ensemble du processus de rattachement à clés symétriques d'appareil dorsal 1129
Figure 46 – Plan d'agrément de clé à clés asymétriques 1141

Figure 47 – Exemple: Vue d'ensemble du processus de rattachement à clés asymétriques pour un appareil avec une DL 1145
Figure 48 – Exemple: Vue d'ensemble du processus de rattachement à clés asymétriques d'un appareil dorsal 1147
Figure 49 – Transitions d'états d'appareil pour processus de rattachement et durée de vie d'appareil 1160
Figure 50 – Exemple de haut niveau d'établissement de session 1161
Figure 51 – Vue d'ensemble du protocole de mise à jour de clé 1167
Figure 52 – Etablissement de clé d'appareil et transition d'états de mise à jour de clé 1174
Figure 53 – Suite de protocoles de DL et structure de PhPDU/DPDU 1196
Figure 54 – Exemple de routage par graphe 1199
Figure 55 – Graphes entrants et sortants 1202
Figure 56 – Saut de voie discrétisé 1206
Figure 57 – Saut de voie lent 1207
Figure 58 – Fonctionnement hybride 1208
Figure 59 – Utilisation du spectre radio 1209
Figure 60 – Modèle prédéfini de saut de voie 1 1212
Figure 61 – Deux groupes de DLE avec différents décalages de modèle de saut de voie 1212
Figure 62 – Pattern1 entrelacé de saut de voie avec seize différents décalages de modèle de saut de voie 1213
Figure 63 – Exemple d'allocation d'intervalles de temps pour le saut de voie discrétisé 1215
Figure 64 – Exemple d'allocation d'intervalles de temps pour le saut de voie lent 1215
Figure 65 – Mode hybride avec saut de voie discrétisé et saut de voie lent 1216
Figure 66 – Combinaison de saut de voie lent et de saut de voie discrétisé 1217
Figure 67 – Exemple de supertrame à trois intervalles de temps et comment elle se répète 1218
Figure 68 – Supertrames et liaisons 1218
Figure 69 – Plusieurs supertrames avec intervalles de temps alignés 1219
Figure 70 – Exemple de supertrame pour saut de voie discrétisé 1224
Figure 71 – Exemple de supertrame pour saut de voie lent 1225
Figure 72 – Composantes d'une supertrame de saut de voie lent 1225
Figure 73 – Exemple de configuration pour éviter les collisions entre routeurs 1226
Figure 74 – Configuration hybride 1227
Figure 75 – Allocation d'intervalles et file d'attente de messages 1230
Figure 76 – Intervalles d'alignement de 250 ms 1233
Figure 77 – Durées d'intervalle de temps et temporisation 1234
Figure 78 – La source d'horloge acquitte la réception d'une DPDU Data 1240
Figure 79 – Attributs de temporisation de transaction 1243
Figure 80 – Intervalles de temps de transaction dédiés et partagés 1244
Figure 81 – Transaction en monodiffusion 1246
Figure 82 – Temps d'attente de PDU (PWT) 1249
Figure 83 – Prise en charge de duodiffusion dans la norme 1251
Figure 84 – Transaction en duodiffusion 1253
Figure 85 – Intervalles de temps partagés avec CSMA/CA active 1254

Figure 86 – Transaction au cours des périodes de saut de voie lent 1256
Figure 87 – Flux de SAP de gestion de DL à travers une suite normalisée de protocoles 1259
Figure 88 – Structure de PhPDU et de DPDU 1281
Figure 89 – Disposition type des DPDU ACK/NAK 1290
Figure 90 – Relation entre attributs indexés de DLMO 1329
Figure 91 – Processus de conversion d'adresses 1371
Figure 92 – Processus de fragmentation 1373
Figure 93 – Processus de réassemblage 1375
Figure 94 – Traitement d'une NSDU reçue en provenance d'une TLE 1378
Figure 95 – Traitement d'une NPDU reçue 1380
Figure 96 – Traitement d'une NPDU reçue par une NLE en provenance de la dorsale 1381
Figure 97 – Livraison d'une NPDU reçue à sa NLE de destination finale 1382
Figure 98 – Routage allant d'un appareil de terrain directement jusqu'à une passerelle connectée de champ sans routage dorsal 1383
Figure 99 – Diagramme de suites de protocoles pour le routage allant d'un appareil de terrain directement vers une passerelle connectée de terrain sans routage dorsal 1385
Figure 100 – Routage d'une NPDU allant d'un appareil de terrain vers une passerelle en passant par un routeur dorsal 1386
Figure 101 – Diagramme de suites de protocoles pour acheminer une APDU à partir d'un appareil de terrain vers une passerelle en passant par un routeur dorsal 1388
Figure 102 – Routage allant d'un appareil de terrain sur un sous-réseau D vers un autre appareil de terrain sur un sous-réseau D différent 1390
Figure 103 – Diagramme de suites de protocoles pour le routage allant d'un appareil E/S sur un sous-réseau D vers un autre appareil E/S sur un sous-réseau D différent 1392
Figure 104 – Exemple de routage sur un réseau dorsal Ethernet 1394
Figure 105 – Exemple de routage sur un réseau dorsal de bus de terrain 1395
Figure 106 – Distinction entre les formats d'en-tête de NPDU 1409
Figure 107 – Modèle de référence de TLE 1417
Figure 108 – Pseudo-en-tête UDP pour l'IPv6 1419
Figure 109 – Structure de TPDU 1424
Figure 110 – Objets d'application utilisateur dans un UAP 1440
Figure 111 – Modèle d'états pour alarme 1446
Figure 112 – Modèle d'événement 1447
Figure 113 – Exemple réussi de plusieurs demandes en cours avec concaténation des réponses 1452
Figure 114 – Exemple de plusieurs demandes sans ordre en cours avec deuxième demande d'écriture initialement infructueuse 1454
Figure 115 – Exemple de plusieurs demandes ordonnées en cours avec deuxième demande d'écriture initialement infructueuse 1455
Figure 116 – Exemple 1 de fenêtre d'envoi avec fenêtre d'envoi courante plus petite que la fenêtre d'envoi maximale 1458
Figure 117 – Exemple 2 de fenêtre d'envoi avec fenêtre d'envoi courante de la même taille que la fenêtre d'envoi maximale et largeur de fenêtre d'envoi utilisable non nulle 1458
Figure 118 – Exemple 3 de fenêtre d'envoi, avec fenêtre d'envoi courante de la même taille que la fenêtre d'envoi maximale et largeur de fenêtre d'envoi utilisable de zéro 1459
Figure 119 – Modèle d'adressage général 1462

Figure 120 – Diagramme d'états de l'objet de gestion d'UAP 1469
Figure 121 – Diagramme d'états de réception de rapports d'alertes 1472
Figure 122 – Exemple de rapports d'alerte 1472
Figure 123 – Diagramme d'états de téléchargement descendant d'un objet UploadDownload 1490
Figure 124 – Diagramme d'états de téléchargement montant d'un objet UploadDownload 1491
Figure 125 – Séquence de publication de primitives de service 1513
Figure 126 – Modèle de client/serveur, interactions à deux parties 1519
Figure 127 – Modèle de client/serveur interactions à quatre parties: Livraison réussie 1519
Figure 128 – Modèle de client/serveur interactions à quatre parties: Echec de livraison de demande 1520
Figure 129 – Modèle de client/serveur interactions à quatre parties: Echec de livraison de réponse 1521
Figure 130 – AlertReport et AlertAcknowledge, livraison réussie 1536
Figure 131 – AlertReport, échec de livraison 1537
Figure 132 – AlertReport, échec d'acquittement 1538
Figure 133 – Réponse concaténée pour plusieurs demandes d'écriture en cours (pas de perte de message) 1545
Figure 134 – Gestion et traitement des APDU mal formées reçues en provenance de l'appareil X 1552
Figure 135 – Le réseau de configuration 1616
Figure 136 – Diagramme de transition d'états montrant les grandes lignes des étapes de configuration au cours du cycle de vie d'un appareil 1621
Figure 137 – Diagramme de transitions d'états montrant divers chemins pour rejoindre un réseau sécurisé 1625
Figure 138 – Objets de configuration et interactions 1628
Figure C.1 – Modèle de référence de base de l'OSI 1667
Figure O.1 – Diagramme d'édition de conversion de protocoles générique 1714
Figure O.2 – Diagramme d'abonnement de conversion de protocoles générique 1715
Figure O.3 – Diagramme d'émission client/serveur de conversion de protocoles générique 1717
Figure O.4 – Diagramme de réception client/serveur de conversion de protocoles générique 1718
Figure R.1 – Modèle de référence d'intégration de système hôte 1735
Figure R.2 – Configuration utilisant une définition d'appareil électronique 1738
Figure R.3 – Configuration utilisant l'approche FDT/DTM 1738
Figure U.1 – Scénarios de passerelles 1750
Figure U.2 – Modèle de passerelle de base 1751
Figure U.3 – Séquence interne de primitives pour interface de session 1757
Figure U.4 – Séquence interne de primitives pour interface de gestion de locations 1757
Figure U.5 – Séquence interne de primitives pour interface de rapport système 1758
Figure U.6 – Séquence interne de primitives pour interface de session 1759
Figure U.7 – Séquence interne de primitives pour interface client/serveur initiée d'une passerelle à un appareil adaptateur 1760
Figure U.8 – Séquence interne de primitives pour interface Publish initiée d'une passerelle à un appareil adaptateur 1760

Figure U.9 – Séquence interne de primitives pour interface Subscribe initiée à partir d'un appareil adaptateur 1761
Figure U.10 – Séquence interne de primitives pour temporisateur d'éditeur initié d'une passerelle à un appareil adaptateur 1761
Figure U.11 – Séquence interne de primitives pour temporisateurs d'abonné initiée à partir d'un appareil adaptateur 1762
Figure U.12 – Séquence interne de primitives pour interface de transfert en masse 1762
Figure U.13 – Séquence interne de primitives pour interface d'abonnement d'alertes 1763
Figure U.14 – Séquence interne de primitives pour interface de notification d'alertes 1763
Figure U.15 – Séquence interne de primitives pour interface de gestion de passerelle 1764
Figure U.16 – Modèle d'objet tunnel 1803
Figure U.17 – Points d'extrémité de tunnels distribués 1804
Figure U.18 – Messagerie en multidiffusion, en diffusion et "un à plusieurs" 1805
Figure U.19 – Placement en tampon des objets tunnel 1806
Figure U.20 – Organigramme de CoSt d'éditeur de P/S 1809
Figure U.21 – Organigramme de mises à jour périodiques d'éditeur de P/S 1810
Figure U.22 – Organigramme de mises à jour périodiques et de CoSt communes d'abonné P/S 1811
Figure U.23 – Mappings d'adresses réseau 1812
Figure U.24 – Utilisation de Connection_Info dans la conversion de protocoles 1813
Figure U.25 – Utilisation de Transaction_Info dans la conversion de protocoles 1814
Figure U.26 – Vue d'ensemble d'un mécanisme de tunnellisation interopérable 1815
Figure U.27 – Modèle de transfert en masse 1818
Figure U.28 – Modèle d'alerte 1820
Figure U.29 – Cascades d'alertes 1821
Figure U.30 – Accès P/S et client/serveur natif 1822

Tableau 1 – Types d'objets de gestion normalisés dans le DMAP 989
Tableau 2 – Structure de données Metadata_attribute 993
Tableau 3 – Types d'alertes pour la catégorie diagnostics de communication 994
Tableau 4 – Types d'alertes pour la catégorie d'alertes de sécurité 994
Tableau 5 – Types d'alertes pour la catégorie d'alertes de diagnostics d'appareil 994
Tableau 6 – Types d'alertes pour la catégorie d'alertes de processus 995
Tableau 7 – Attributs ARMO *(1 de 4)* 996
Tableau 8 – Alertes de l'ARMO 1000
Tableau 9 – Méthode Alarm_Recovery 1001
Tableau 10 – Attributs du DMO *(1 de 9)* 1004
Tableau 11 – Alertes de DMO 1013
Tableau 12 – Types des objets de gestion de système 1017
Tableau 13 – Attributs du DSO 1020
Tableau 14 – Structure de données Address_Translation_Row 1020
Tableau 15 – Méthode Read_Address_Row 1021
Tableau 16 – Utilisation des arguments d'entrée pour la méthode Read_Address_Row 1022
Tableau 17 – Utilisation des arguments de sortie pour la méthode Read_Address_Row 1022

Tableau 18 – Attributs de SMO dans le gestionnaire de système 1025
Tableau 19 – Méthode Proxy_System_Manager_Join 1027
Tableau 20 – Méthode Proxy_System_Manager_Contract 1029
Tableau 21 – Effet des différentes commandes de rattachement sur des ensembles d'attributs 1031
Tableau 22 – Attributs du DMSO dans le gestionnaire de système 1032
Tableau 23 – Méthode System_Manager_Join 1032
Tableau 24 – Méthode System_Manager_Contract 1034
Tableau 25 – Attributs du STSO dans le gestionnaire de système 1039
Tableau 26 – Attributs du SCO dans le gestionnaire de système 1043
Tableau 27 – Méthode du SCO pour l'établissement, la modification ou le renouvellement de contrat *(1 de 9)* 1048
Tableau 28 – Utilisation des arguments d'entrée pour la méthode du SCO pour l'établissement, la modification ou le renouvellement de contrat 1057
Tableau 29 – Utilisation des arguments de sortie pour la méthode du SCO pour l'établissement, la modification ou le renouvellement de contrat 1058
Tableau 30 – Structure de données Contract_Data *(1 de 3)* 1061
Tableau 30 *(2 de 3)* 1062
Tableau 31 – Structure de données New_Device_Contract_Response *(1 de 2)* 1065
Tableau 32 – Méthode du SCO pour la résiliation, la désactivation et la réactivation de contrat 1073
Tableau 33 – Méthode du DMO pour résilier un contrat 1073
Tableau 34 – Méthode du DMO pour modifier un contrat 1076
Tableau 35 – Niveaux de sécurité 1086
Tableau 36 – Structure du champ contrôle de sécurité 1086
Tableau 37 – Eléments de la Sec.DpduPrep.Request 1093
Tableau 38 – Eléments de Sec.DpduPrep.Response 1094
Tableau 39 – Eléments de Sec.DAckCheck.Request 1095
Tableau 40 – Eléments de Sec.DAckCheck.Response 1096
Tableau 41 – Eléments de Sec.DInitialCheck.Request 1097
Tableau 42 – Eléments de Sec.DInitialCheck.Response 1098
Tableau 43 – Eléments de Sec.DAckPrep.Request 1098
Tableau 44 – Eléments de Sec.DAckPrep.Response 1099
Tableau 45 – Structure du nonce de DPDU WISN 1100
Tableau 46 – Structure du temps TAI tronqué de 32 bits utilisé dans le nonce D- 1101
Tableau 47 – Structure du pseudo-en-tête de TSC 1107
Tableau 48 – Eléments de Sec.TpduOutCheck.Request 1110
Tableau 49 – Eléments de Sec.TpduOutCheck.Response 1110
Tableau 50 – Eléments de Sec.TpduSecure.Request 1111
Tableau 51 – Eléments Sec. TpduSecure.Response 1113
Tableau 52 – Eléments de Sec.TpduInCheck.Request 1114
Tableau 53 – Eléments de Sec.TpduInCheck.Response 1114
Tableau 54 – Eléments de Sec.TpduVerify.Request 1115
Tableau 55 – Eléments de Sec.TpduVerify.Response 1116
Tableau 56 – Structure de l'en-tête de sécurité de TL 1117

Tableau 57 – Structure du nonce de TPDU 1118
Tableau 58 – Structure du temps TAI nominal tronqué de 32 bits utilisé dans le nonce T 1118
Tableau 59 – Méthode Proxy_Security_Sym_Join 1131
Tableau 60 – Méthode Security_Sym_Join 1133
Tableau 61 – Méthode Security_Confirm 1134
Tableau 62 – Structure de données Security_Sym_Join_Request 1134
Tableau 63 – Structure de données Security_Sym_Join_Response 1136
Tableau 64 – Structure du champ niveau de sécurité compressé 1137
Tableau 65 – Niveau de sécurité de clé principale 1138
Tableau 66 – Structure de données Security_Sym_Confirm 1138
Tableau 67 – Format de certificat implicite 1140
Tableau 68 – Structure d'Usage_serial_number 1140
Tableau 69 – Méthode Proxy_Security_Pub_Join 1149
Tableau 70 – Méthode Security_Pub_Join 1150
Tableau 71 – Méthode Proxy_Security_Pub_Confirm 1151
Tableau 72 – Méthode Security_Pub_Confirm 1152
Tableau 73 – Méthode Network_Information_Confirmation 1153
Tableau 74 – Format de la structure interne de la demande de rattachement asymétrique 1154
Tableau 75 – Format du champ commande de protocole 1154
Tableau 76 – Format de la structure interne de la réponse de rattachement asymétrique 1155
Tableau 77 – Format de la première structure interne de la confirmation de rattachement 1156
Tableau 78 – Format de la structure interne de la réponse de confirmation de rattachement 1157
Tableau 79 – Diagramme d'états du processus de rattachement et de la durée de vie d'appareil 1159
Tableau 80 – Méthode Security_New_Session 1163
Tableau 81 – Structure de données Security_New_Session_Request 1164
Tableau 82 – Structure de données Security_New_Session_Response 1165
Tableau 83 – Méthode New_Key 1168
Tableau 84 – Structure de données Security_Key_and_Policies 1169
Tableau 85 – Structure de données Security_Key_Update_Status 1171
Tableau 86 – Transition d'états de clé T et de clé D 1173
Tableau 87 – Attributs du PSMO dans le gestionnaire de système 1175
Tableau 88 – Structure de champ "policy" 1177
Tableau 89 – Key_Type 1178
Tableau 90 – Key_Usage 1178
Tableau 91 – Granularité 1178
Tableau 92 – Attributs du DSMO 1184
Tableau 93 – KeyDescriptor 1186
Tableau 94 – Champs T-keyLookupData OctetString 1187
Tableau 95 – Méthode Delete_key 1188

Tableau 96 – Méthode Key_Policy_Update 1189
Tableau 97 – Alertes de DSMO 1191
Tableau 98 – Exigences relatives à la temporisation 1192
Tableau 99 – Table de graphes sur ND20 1200
Tableau 100 – Table de graphes sur ND21 1200
Tableau 101 – Approximation de la temporisation nominale avec une horloge de 32 kHz 1235
Tableau 102 – Structure de DL_Config_Info 1268
Tableau 103 – CountryCode 1275
Tableau 104 – Paramètres DD-Data.request 1278
Tableau 105 – Paramètres DD-Data.confirm 1279
Tableau 106 – Jeu de valeurs pour le paramètre "status" 1279
Tableau 107 – Paramètres DD-Data.indication 1280
Tableau 108 – ExtDLUint, variante à un seul octet 1283
Tableau 109 – ExtDLUint, variante à deux octets 1283
Tableau 110 – MHR de DPDU Data 1284
Tableau 111 – DHDR de DPDU Data 1285
Tableau 112 – DMXHR de DPDU Data 1286
Tableau 113 – Structure de DROUT, variante compressée 1287
Tableau 114 – Structure de DROUT, variante non compressée 1288
Tableau 115 – Structure de DADDR 1289
Tableau 116 – MHR de DPDU ACK/NAK 1291
Tableau 117 – DHR de DPDU ACK/NAK 1292
Tableau 118 – DHDR d'une DPDU ACK/NAK 1293
Tableau 119 – Structure du DAUX d'annonce 1294
Tableau 120 – Eléments de sélections d'annonce 1295
Tableau 121 – Sélections d'annonces 1295
Tableau 122 – Eléments de synchronisation du temps d'annonce 1296
Tableau 123 – Structure de synchronisation du temps d'annonce 1296
Tableau 124 – Sous-champs d'informations de supertrame de rattachement 1297
Tableau 125 – Structure d'informations de supertrame de rattachement 1298
Tableau 126 – Supertrame dérivée de l'annonce 1298
Tableau 127 – Eléments d'informations de rattachement 1299
Tableau 128 – Structure d'informations de rattachement 1299
Tableau 129 – Valeurs par défaut pour les liaisons créées à partir d'annonces 1301
Tableau 130 – Entrée de dlmo.Neighbor créée à partir d'annonces 1301
Tableau 131 – Entrée de dlmo.Graph créée à partir d'annonces 1302
Tableau 132 – Entrée de dlmo.Route créée à partir d'annonces 1302
Tableau 133 – Sous-champs de l'en-tête de sollicitation 1305
Tableau 134 – Structure de l'en-tête de sollicitation 1305
Tableau 135 – Champs du DAUX de sollicitation 1305
Tableau 136 – Structure du DAUX de sollicitation 1306
Tableau 137 – Champs de DAUX d'activation de liaison 1307

Tableau 138 – Structure de DAUX d'activation de liaison 1308
Tableau 139 – Champs du DAUX de rapport de qualité de signal reçu 1308
Tableau 140 – Structure du DAUX de rapport de qualité de signal reçu 1308
Tableau 141 – Attributs du DLMO *(1 de 7)* 1309
Tableau 142 – Octets de filtre de sous-réseau D 1318
Tableau 143 – Champs de l'OctetString dlmo.TaiAdjust 1319
Tableau 144 – Structure de l'OctetString dlmo.TaiAdjust 1319
Tableau 145 – Champs de l'OctetString dlmo.EnergyDesign 1320
Tableau 146 – Structure de l'OctetString dlmo.EnergyDesign 1320
Tableau 147 – Champs de l'OctetString dlmo.DeviceCapability 1321
Tableau 148 – Structure de l'OctetString dlmo.DeviceCapability 1321
Tableau 149 – Champs de dlmo.DiscoveryAlert 1323
Tableau 150 – Structure de dlmo.DiscoveryAlert 1324
Tableau 151 – Champs de l'OctetString dlmo.Candidates 1325
Tableau 152 – Structure de dlmo.Candidates 1325
Tableau 153 – Champs de l'OctetString dlmo.SmoothFactors 1326
Tableau 154 – Structure de dlmo.SmoothFactors 1326
Tableau 155 – Champs de dlmo.QueuePriority 1327
Tableau 156 – Structure de dlmo.QueuePriority 1327
Tableau 157 – Champs de dlmo.ChannelDiag 1328
Tableau 158 – Structure de dlmo.ChannelDiag 1329
Tableau 159 – Champs de dlmo.Ch 1331
Tableau 160 – Structure de dlmo.Ch 1331
Tableau 161 – Champs du modèle de récepteur de transaction 1334
Tableau 162 – Structure du modèle de récepteur de transaction 1334
Tableau 163 – Champs du modèle d'initiateur de transaction 1335
Tableau 164 – Structure du modèle d'initiateur de transaction 1336
Tableau 165 – Modèle de répondeur de transaction par défaut, utilisé au cours du processus de rattachement 1336
Tableau 166 – Modèle d'initiateur de transaction par défaut, utilisé au cours du processus de rattachement 1337
Tableau 167 – Modèle de répondeur de transaction par défaut, utilisé au cours du processus de rattachement 1337
Tableau 168 – Champs de dlmo.Neighbor 1340
Tableau 169 – Structure de dlmo.Neighbor 1341
Tableau 170 – Champs de ExtendGraph 1342
Tableau 171 – Structure de ExtGraph 1343
Tableau 172 – Champs de dlmo.NeighborDiagReset 1343
Tableau 173– Structure de dlmo.NeighborDiagReset 1343
Tableau 174 – Champs de dlmo.Superframe 1345
Tableau 175 – Structure de dlmo.Superframe 1346
Tableau 176 – Champs de dlmo.SuperframeIdle 1350
Tableau 177 – Structure de dlmo.SuperframeIdle 1350
Tableau 178 – dlmo.Graph 1351

Tableau 179 – Structure de dlmo.Graph 1352
Tableau 180 – Champs de dlmo.Link 1353
Tableau 181 – Structure de dlmo.Link 1353
Tableau 182 – Structure de dlmo.Link[ ].Type 1355
Tableau 183 – Combinaisons autorisées de dlmo.Link[ ].Type 1356
Tableau 184 – Valeurs pour dlmo.Link[ ].Schedule 1357
Tableau 185 – Champs de dlmo.Route 1358
Tableau 186 – Structure de dlmo.Route 1358
Tableau 187 – Champs de dlmo.NeighborDiag 1360
Tableau 188 – Champs de l'OctetString "Summary" de diagnostic 1360
Tableau 189 – Structure de l'OctetString "Summary" de diagnostic 1360
Tableau 190 – Champs de l'OctetString ClockDetail de diagnostic 1361
Tableau 191 – Structure de l'OctetString ClockDetail de diagnostic 1361
Tableau 192 – Méthode Read_Row 1362
Tableau 193 – Méthode Write_Row 1363
Tableau 194 – Méthode Write_Row_Now 1364
Tableau 195 – Champs de dlmo.AlertPolicy 1365
Tableau 196 – Structure de l'OctetString dlmo.AlertPolicy 1365
Tableau 197 – Alerte DL_Connectivity 1366
Tableau 198 – OctetString d'alerte DL_Connectivity 1366
Tableau 199 – Alerte NeighborDiscovery 1367
Tableau 200 – Structure d'adresse locale à une liaison 1368
Tableau 201 – Table de conversion d'adresses (ATT) 1369
Tableau 202 – Exemple de table de routage 1376
Tableau 203 – Eléments pour la primitive N-Data.request 1396
Tableau 204 – Eléments pour la primitive N-Data.confirm 1397
Tableau 205 – Eléments pour la primitive N-Data.indication 1398
Tableau 206 – Attributs de NLMO *(1 de 4)* 1399
Tableau 207 – Structure de la table de contrat 1403
Tableau 208 – Eléments pour la table de routage 1404
Tableau 209 – Structure de la table de conversion d'adresse 1404
Tableau 210 – Méthodes de manipulation des MIB structurées du NLMO 1406
Tableau 211 – Alerte pour indiquer une PDU abandonnée/erreur de PDU 1407
Tableau 212 – Profils d'en-tête communs 1409
Tableau 213 – Format d'en-tête de NL de base 1410
Tableau 214 – Format d'en-tête de NL activé par contrat 1411
Tableau 215 – Format de codage de 6LoWPAN_IPHC 1412
Tableau 216 – Format d'en-tête de NL IPv6 1413
Tableau 217 – En-tête de NL complet dans la DL 1414
Tableau 218 – Format d'en-tête de NL pour les NPDU fragmentées 1415
Tableau 219 – Format d'en-tête du premier fragment 1415
Tableau 220 – Format d'en-têtes du second fragment et des fragments suivants 1415
Tableau 221 – Codage d'en-tête UDP 1420

Tableau 222 – Octet de codage 6LoWPAN_NHC-for-UDP 1424
Tableau 223 –Codage optimal d'en-tête UDP 1425
Tableau 224 – Codage d'en-tête UDP avec somme de contrôle et numéros de port compressés 1425
Tableau 225 – Eléments pour la primitive T-DATA.request 1427
Tableau 226 – Eléments pour la primitive T-DATA.confirm 1428
Tableau 227 – Codes de statut de la primitive T-Data.confirm 1428
Tableau 228 – Eléments pour la primitive T-Data.indication. 1429
Tableau 229 – Attributs de TLMO *(1 de 2)* 1430
Tableau 230 – Méthodes de l'objet de gestion de TL – Reset 1432
Tableau 231 – Méthodes de l'objet de gestion de TL – Halt 1433
Tableau 232 – Méthodes de l'objet de gestion de TL – PortRangeInfo 1433
Tableau 233 – Méthodes de l'objet de gestion de TL – GetPortInfo 1434
Tableau 234 – Méthodes de l'objet de gestion de TL – GetNextPortInfo 1435
Tableau 235 – Types d'alertes de l'objet de gestion de TL – Utilisation illégitime de port 1435
Tableau 236 – Types d'alertes de l'objet de gestion de TL – TPDU reçue sur un port non enregistré 1436
Tableau 237 – Types d'alertes de l'objet de gestion de TL – La TPDU ne concorde pas aux politiques de sécurité 1436
Tableau 238 – Table d'états pour des transitions d'alarme 1446
Tableau 239 – Table d'états pour des transitions d'événement 1447
Tableau 240 – Attributs d'objet de gestion d'UAP *(1 de 2)* 1467
Tableau 241 – Table d'états pour l'objet de gestion d'UAP 1469
Tableau 242 – Méthodes d'objet de gestion d'UAP 1470
Tableau 243 – Attributs d'objet récepteur d'alerte 1471
Tableau 244 – Table d'états pour traiter une réception d'AlertReport 1471
Tableau 245 – Méthodes d'objet AlertReceiving 1473
Tableau 246 – Attributs d'objet UploadDownload *(1 de 4)* 1474
Tableau 247 – Méthodes d'objet UploadDownload 1479
Tableau 248 – Méthode StartDownload de l'objet UploadDownload 1480
Tableau 249 – Méthode DownloadData de l'objet UploadDownload 1481
Tableau 250 – Méthode EndDownload de l'objet UploadDownload 1483
Tableau 251 – Méthode StartUpload de l'objet UploadDownload 1484
Tableau 252 – Méthode UploadData de l'objet UploadDownload 1485
Tableau 253 – Méthode EndUpload de l'objet UploadDownload 1486
Tableau 254 – Table d'états du téléchargement descendant pour le mode de fonctionnement en monodiffusion *(1 de 2)* 1488
Tableau 255 – Table d'états du téléchargement montant pour le mode de fonctionnement en monodiffusion *(1 de 2)* 1492
Tableau 256 – Attributs d'objet Concentrator *(1 de 2)* 1495
Tableau 257 – Méthodes d'objet Concentrator 1496
Tableau 258 – Attributs d'objet Dispersion *(1 de 2)* 1497
Tableau 259 – Méthodes d'objet Dispersion 1498
Tableau 260 – Attributs d'objet Tunnel *(1 de 3)* 1499

Tableau 261 – Méthodes d'objet Tunnel 1502
Tableau 262 – Attributs d'objet d'interface 1503
Tableau 263 – Méthodes d'objet d'interface 1503
Tableau 264 – Type de données: ObjectAttributeIndexAndSize 1504
Tableau 265 – Type de données: Communication association endpoint (point d'extrémité d'association de communication) *(1 de 2)* 1505
Tableau 266 – Type de données: Données de contrat de communication 1507
Tableau 267 – Type de données: Point d'extrémité de communication d'alertes 1508
Tableau 268 – Type de données: Point d'extrémité de tunnel 1508
Tableau 269 – Type de données: Alert report descriptor (descripteur de rapports d'alertes) 1509
Tableau 270 – Type de données: Descripteur de rapports d'alarmes de contrôle de processus pour analogique avec une seule condition de référence 1509
Tableau 271 – Type de données: ObjectIDandType 1510
Tableau 272 – Type de données: Correspondant non programmé 1510
Tableau 273 – Services d'AL 1511
Tableau 274 – Service Publish 1515
Tableau 275 – Service de lecture 1524
Tableau 276 – Service d'écriture 1528
Tableau 277 – Service Execute 1532
Tableau 278 – Service AlertReport 1539
Tableau 279 – Service AlertAcknowledge 1542
Tableau 280 – Service Tunnel 1546
Tableau 281 – Caractéristiques des flux d'application 1549
Tableau 282 – Mapping de primitives de service d'AL à des primitives de service de TL 1550
Tableau 283 – Attributs d'ASLMO *(1 de 2)* 1553
Tableau 284 – Méthodes de l'objet de gestion de sous-couche d'application 1554
Tableau 285 – Méthode Reset 1555
Tableau 286 – Alertes d'ASLMO 1556
Tableau 287 – Attributs de l'objet d'entrée analogique 1559
Tableau 288 – Méthodes de l'objet d'entrée analogique 1560
Tableau 289 – Alertes d'entrée analogique 1561
Tableau 290 – Attributs de sortie analogique *(1 de 2)* 1562
Tableau 291 – Méthodes de l'objet de sortie analogique 1563
Tableau 292 – Alertes de sortie analogique 1564
Tableau 293 – Attributs de l'objet d'entrée binaire 1565
Tableau 294 – Méthodes de l'objet d'entrée binaire 1566
Tableau 295 – Alertes d'entrée binaire 1566
Tableau 296 – Attributs de sortie binaire 1567
Tableau 297 – Méthodes de l'objet de sortie binaire 1568
Tableau 298 – Alertes de sortie binaire 1568
Tableau 299 – Octet Status 1570
Tableau 300 – Type de données: Valeur de contrôle de processus et statut pour la valeur analogique 1570

Tableau 301 – Type de données: Valeur de contrôle de processus et statut pour la valeur binaire 1571
Tableau 302 – Type de données: Mode contrôle de processus 1571
Tableau 303 – Type de données: Bitstring de mode contrôle de processus 1572
Tableau 304 – Type de données: Mise à l'échelle du contrôle de processus 1572
Tableau 305 – Objets normalisés de contrôle de processus 1573
Tableau 306 – Services 1573
Tableau 307 – Format de messagerie d'application 1574
Tableau 308 – APDU concaténées en une seule TSDU 1574
Tableau 309 – Adressage d'objet 1575
Tableau 310 – Construction d'en-tête d'APDU de mode d'adressage à quatre bits 1575
Tableau 311 – Construction d'en-tête d'APDU de mode d'adressage à huit bits 1575
Tableau 312 – Construction d'en-tête d'APDU de mode d'adressage à seize bits 1576
Tableau 313 – Exemple de cas d'utilisation d'adressage inféré 1576
Tableau 314 – Construction d'en-tête d'APDU de mode d'adressage inféré 1577
Tableau 315 – Identificateur d'attribut de 6 bits, non indexé 1577
Tableau 316 – Identificateur d'attribut de 6 bits, à un seul indice, avec un indice de 7 bits 1578
Tableau 317 – Identificateur d'attribut de 6 bits, à un seul indice, vec un indice de 15 bits 1578
Tableau 318 – Identificateur d'attribut de 6 bits, à deux indices, avec deux indices de 7 bits 1578
Tableau 319 – Identificateur d'attribut de 6 bits, à deux indices, avec deux indices de 15 bits 1578
Tableau 320 – Identificateur d'attribut de 6 bits, à deux indices, avec le premier indice ayant une longueur de 7 bits et le second indice une longueur de 15 bits 1579
Tableau 321 – Identificateur d'attribut de 6 bits, à deux indices, avec le premier indice ayant une longueur de 15 bits et le second indice une longueur de 7 bits 1579
Tableau 322 – Identificateur d'attribut de 12 bits, non indexé 1579
Tableau 323 – Identificateur d'attribut de 12 bits, à un seul indice, avec un indice de 7 bits 1579
Tableau 324 – Identificateur d'attribut de 12 bits, à un seul indice, avec un indice de 15 bits 1580
Tableau 325 – Identificateur d'attribut de douze bits, à deux indices, avec deux indices de 7 bits 1580
Tableau 326 – Identificateur d'attribut de douze bits, à deux indices, avec deux indices de 15 bits 1580
Tableau 327 – Identificateur d'attribut de 12 bits, à deux indices avec le premier indice ayant une longueur de 7 bits et le second indice une longueur de 15 bits 1581
Tableau 328 – Identificateur d'attribut de 12 bits, à deux indices avec le premier indice ayant une longueur de 15 bits et le second indice une longueur de 7 bits 1581
Tableau 329 – Forme d'identificateur d'attribut de 12 bits, réservée 1581
Tableau 330 – Règles de codage pour la demande de service de lecture 1582
Tableau 331 – Règles de codage pour une réponse de service de lecture avec un champ d'une taille de 7 bits 1582
Tableau 332 – Règles de codage pour une réponse de service de lecture avec un champ d'une taille de 15 bits 1582

Tableau 333 – Règles de codage pour une demande de service d'écriture avec un champ d'une taille de 7 bits 1583
Tableau 334 – Règles de codage pour une demande de service d'écriture avec un champ d'une taille de 15 bits 1583
Tableau 335 – Règles de codage pour la réponse de service d'écriture 1583
Tableau 336 – Règles de codage pour une demande de service Execute avec un champ d'une taille de 7 bits 1584
Tableau 337 – Règles de codage pour une demande de service Execute avec un champ d'une taille de 15 bits 1584
Tableau 338 – Règles de codage pour une réponse de service Execute avec un champ de taille de 7 bits 1584
Tableau 339 – Règles de codage pour une réponse de service Execute avec un champ de taille de 15 bits 1585
Tableau 340 – Règles de codage pour une demande de service Tunnel avec un champ de taille de 7 bits 1585
Tableau 341 – Règles de codage pour une demande de service Tunnel avec un champ de taille de 15 bits 1585
Tableau 342 – Règles de codage pour une réponse de service Tunnel avec un champ de taille de 7 bits 1586
Tableau 343 – Règles de codage pour une réponse de service Tunnel avec un champ de taille de 15 bits 1586
Tableau 344 – Règles de codage pour le service AlertReport avec un champ de taille de 7 bits de données associées 1586
Tableau 345 – Règles de codage pour le service AlertReport avec un champ de taille de 15 bits de données associées 1587
Tableau 346 – Règles de codage pour le service AlertAcknowledge 1587
Tableau 347 – Règles de codage pour le service Publish pour une séquence native de valeurs 1587
Tableau 348 – Règles de codage pour le service Publish – non natif (prise en charge de tunnel) 1588
Tableau 349 – Règles de codage pour le service Concatenate 1588
Tableau 350 – Règle de codage générale pour les données d'application de taille invariable 1588
Tableau 351 – Règles de codage pour les données d'application de taille variable de 0..255 octets 1589
Tableau 352 – Règles de codage pour Unsigned8 1591
Tableau 353 – Règles de codage pour Unsigned16 1591
Tableau 354 – Règles de codage pour Unsigned32 1591
Tableau 355 – Règles de codage pour Unsigned64 1592
Tableau 356 – Règles de codage pour Unsigned128 1592
Tableau 357 – Règles de codage pour single-precision float 1593
Tableau 358 – Règles de codage pour double-precision float 1594
Tableau 359 – Règles de codage pour VisibleString 1594
Tableau 360 – Règles de codage pour OctetString 1595
Tableau 361 – Règles de codage pour BitString 1595
Tableau 362 – Règles de codage pour TAINetworkTime et TAITimeDifference lors de l'interprétation comme différence modulo 1596
Tableau 363 – Règles de codage pour TAITimeRounded 1597

Tableau 364 – Exemple de codage: Demande Read pour un attribut sans indice 1610
Tableau 365 – Exemple de codage: Réponse Read pour un attribut sans indice 1611
Tableau 366 – Exemple de codage: Demande de service Tunnel 1611
Tableau 367 – Valeurs de réglage en usine par défaut 1621
Tableau 368 – Objet de configuration d'appareil *(1 de 7)* 1630
Tableau 369 – Méthode Reset_To_Default 1636
Tableau 370 – Méthode d'écriture de clé de rattachement symétrique 1637
Tableau 371 – Objet service de configuration d'appareil *(1 de 4)* 1638
Tableau 372 –Structure de données DPSOWhiteListTbl 1642
Tableau 373 – Table de manipulation de matrice 1643
Tableau 374 – Alerte de DPSO pour indiquer le rattachement par un appareil ne figurant pas sur la WhiteList 1644
Tableau 375 – Alerte de DPSO pour indiquer une capacité inadéquate de rattachement d'un appareil 1644
Tableau B.1 – Rôles des appareils de couche de protocoles 1652
Tableau B.2 – Mises à niveau par liaison radio 1652
Tableau B.3 – Profils de prise en charge de sessions 1653
Tableau B.4 – Profils de base 1654
Tableau B.5 – Rôles de PhL 1654
Tableau B.6 – DL exigée pour rôles énumérées 1655
Tableau B.7 – Profils de rôles: Attributs généraux de DLMO 1656
Tableau B.8 – Profils de rôles: dlmo.Device_Capability 1656
Tableau B.9 – Profils de rôles: dlmo.Ch (channel-hopping) 1657
Tableau B.10 – Profils de rôles: dlmo.TsTemplate 1657
Tableau B.11 – Profils de rôles: dlmo.Neighbor 1657
Tableau B.12 – Profils de rôles: dlmo.NeighborDiag 1658
Tableau B.13 – Profils de rôles: dlmo.Superframe 1658
Tableau B.14 – Profils de rôles: dlmo.Graph 1659
Tableau B.15 – Profils de rôles: dlmo.Link 1659
Tableau B.16 – Profils de rôles: dlmo.Route 1659
Tableau B.17 – Profils de rôles: dlmo.Queue_Priority 1660
Tableau B.18 – Taille de table de routage 1660
Tableau B.19 – Taille de table d'adresses 1660
Tableau B.20 – Taille de support de ports 1660
Tableau B.21 – AP 1661
Tableau B.22 – Profils de rôles: E/S, routeurs, passerelles, et routeurs dorsaux 1661
Tableau B.23 – Profil de rôles: Passerelle 1661
Tableau B.24 – Profil de rôles: Accès natif à la passerelle 1662
Tableau B.25 – Profil de rôles: Mécanisme de tunnellisation interopérable de passerelle 1662
Tableau C.1 – Classes d'utilisation 1664
Tableau D.1 – Valeurs par défaut de la configuration de la gestion de système 1671
Tableau D.2 – Valeurs par défaut de la configuration de la sécurité 1672
Tableau D.3 – Valeurs par défaut de la configuration DLE 1673

Tableau D.4 – Valeurs par défaut de la configuration NLE 1673
Tableau D.5 – Valeurs par défaut de la configuration TLE 1674
Tableau D.6 – Valeurs par défaut de la configuration ALE 1675
Tableau D.7 – Valeurs par défaut de la configuration de configuration 1676
Tableau D.8 – Valeurs par défaut de la configuration de la passerelle 1676
Tableau I.1 – Tableau des types d'objets normalisés 1692
Tableau I.2 – Modèle pour attributs d'objets normalisés 1693
Tableau I.3 – Modèle pour méthodes d'objets normalisés 1694
Tableau I.4 – Modèles pour rapports d'alerte d'objets normalisés 1695
Tableau I.5 – Modèle pour structures de données 1696
Tableau J.1 – Modèle de méthode Scheduled_Write 1698
Tableau J.2 – Modèle de méthode Read_Row 1699
Tableau J.3 – Modèle de méthode Write_Row 1699
Tableau J.4 – Modèle de méthode Reset_Row 1700
Tableau J.5 – Modèle de méthode Delete_Row 1701
Tableau K.1 – Types d'objets normalisés 1703
Tableau K.2 – Instances d'objets normalisés 1705
Tableau L.1 – Types de données normalisés 1707
Tableau M.1 – Identification de protocole de bus de terrain hérités tunnellisés 1709
Tableau T.1 – MHR échantillon pour demande de rattachement 1745
Tableau T.2 – DHR échantillon pour demande de rattachement 1746
Tableau T.3 – En-tête réseau pour messages de rattachement 1746
Tableau 1 – Résumé des exemples d'interfaces de côté haut de passerelles hypothétiques 1754
Tableau U.2 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Session 1766
Tableau U.3 – GS_Status pour confirmation de G_Session 1768
Tableau U.4 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Lease 1769
Tableau U.5 – GS_Lease_Type pour demande de G_Lease 1770
Tableau U.6 – GS_Status pour confirmation de G_Lease 1771
Tableau U.7 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Device_List_Report 1772
Tableau U.8 – GS_Status pour confirmation de G_Device_List_Report 1773
Tableau U.9 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Topology_Report 1773
Tableau U.10 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Schedule_Report 1775
Tableau U.11 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Device_Health_Report 1777
Tableau U.12 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Neighbor_Health_Report 1778
Tableau U.13 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Network_Health_Report 1780
Tableau U.14 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Time 1782
Tableau U.15 – GS_Status pour confirmation de G_Time 1782
Tableau U.16 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Client_Server 1783
Tableau U.17 – GS_Status pour confirmation de G_Client_Server 1785
Tableau U.18 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Publish 1786
Tableau U.19 – GS_Status pour confirmation de G_Publish 1787
Tableau U.20 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Subscribe 1788

Tableau U.21 – GS_Status pour confirmation de G_Subscribe 1788
Tableau U.22 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Publish_Timer 1789
Tableau U.23 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Subscribe_Timer 1789
Tableau U.24 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Publish_Watchdog 1790
Tableau U.25 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Bulk_Open 1791
Tableau U.26 – GS_Status pour confirmation de G_Bulk_Open 1792
Tableau U.27 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Bulk_Transfer 1792
Tableau U.28 – GS_Status pour confirmation de G_Bulk_Transfer 1793
Tableau U.29 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Bulk_Close 1793
Tableau U.30 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Alert_Subscription 1794
Tableau U.31 – GS_Status pour confirmation de G_Alert_Subscription 1795
Tableau U.32 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Alert_Notification 1795
Tableau U.33 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Read_Gateway_Configuration 1796
Tableau 34 – Valeurs de GS_Attribute_Identifier pour la demande de G_Read_Gateway_Configuration 1797
Tableau U.35 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Write_Gateway_Configuration 1798
Tableau U.36 – Valeurs de GS_Attribute_Identifier pour la demande de G_Write_Gateway_Configuration 1798
Tableau U.37 – GS_Status pour confirmation de G_Write_Gateway_Configuration 1799
Tableau U.38 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Write_Device_Configuration 1800
Tableau U.39 – GS_Status pour confirmation de G_Write_Device_Configuration 1801
Tableau U.40 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Read_Device_Configuration 1801
Tableau U.41 – Exemple d'attributs de gestion de configuration de passerelle 1824

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

RÉSEAUX INDUSTRIELS – RÉSEAU DE COMMUNICATION SANS FIL ET PROFILS DE COMMUNICATION – ISA 100.11A

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique 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. A 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.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ
Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 62734 porte le numéro d'édition 1.1. Elle comprend la première édition (2014-10) [documents 65C/778/FDIS et 65C/788/RVD] et son amendement 1 (2019-07) [documents 65C/965/FDIS et 65C/970/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 62734 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de l'IEC: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

La présente norme internationale est basée sur l'ISA 100.11a:2011.

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que l'Annexe V énumère tous les articles traitant des différences à caractère moins permanent inhérentes à certains pays, concernant le sujet de cette norme.

Cette première constitue une révision technique.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo *"colour inside"* qui se trouve sur la page de couverture de cette publication 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.

0 Introduction

0.1 Généralités

La présente norme fournit des spécifications conformes au Modèle de référence de base OSI, ISO/IEC 7498–1, (par exemple: PhL, DL, etc.) et fournit également des spécifications de sécurité et de gestion (y compris la configuration de réseau et d'appareil) pour des appareils sans fil servant les classes d'utilisation 1 à 5 de l'Annexe C et potentiellement la classe 0, pour les appareils fixes, portatifs et mobiles.

La présente norme vise à assurer le fonctionnement fiable et sécurisé en mode sans fil pour les applications non critiques de contrôle, d'alerte, de commande de surveillance, de commande à boucle ouverte et de commande à boucle fermée. La présente norme définit une suite de protocoles, y compris la gestion de système, des considérations de passerelle et des spécifications de sécurité, pour une connectivité sans fil à bas débit avec des appareils fixes, portatifs et lentement mobiles, fonctionnant souvent sous des contraintes sévères d'énergie et de puissance. L'application est principalement axée sur les besoins de performance du contrôle et de la surveillance d'automation de processus où des latences de communication de bout en bout de l'ordre d'au moins 100 ms peuvent être tolérées.

Afin de satisfaire aux besoins des utilisateurs et opérateurs industriels du sans-fil, la technologie spécifiée dans le présent document fournit de la robustesse en la présence d'interférences rencontrées dans les environnements industriels sévères ou provoquées par des systèmes sans fil qui ne sont pas couverts par la présente norme. Conformément à la description donnée à l'Article 4, la présente norme traite de la coexistence avec d'autres appareils sans fil dans l'espace de travail industriel, tels que les téléphones cellulaires et les appareils basés sur l'IEC 62591 (basée sur WirelessHART™[1]), l'IEC 62601 (basée sur WIA-PA), l'IEEE 802.11:2012 (WiFi), l'IEEE 802.15, l'IEEE 802.16:2012 (WiMax) et d'autres normes applicables. De surcroît, la présente norme prend en charge l'interopérabilité des appareils conformes à la présente norme internationale, tels que décrits à l'Article 5, dans les aspects de fonctionnement couverts par la présente norme internationale.

La présente norme ne définit ni ne spécifie l'infrastructure d'une installation ou ses caractéristiques de sécurité ou de performances. Cependant, il est important que la sécurité de l'infrastructure de l'installation soit assurée par l'utilisateur final.

0.2 Structure du document

Le présent document est organisé en articles axés sur des fonctions de réseau et de couches de suite de protocoles uniques. Les articles décrivent le système, la gestion du système, la gestion de la sécurité, la couche physique, la couche liaison de données, la couche réseau, la couche transport, la couche d'application et la configuration. Des considérations génériques qui s'appliquent aux passerelles de protocoles sont également incluses, bien que les spécifications de passerelles de protocoles spécifiques ne le soient pas. Chaque article décrit une fonctionnalité ou une couche de protocoles et dicte le comportement indispensable pour un fonctionnement correct. Lorsqu'un article décrit des comportements relatifs à une autre fonction ou à une autre couche, une référence à l'autre article approprié est fournie pour informations complémentaires.

Les protocoles de communication obligatoires et facultatifs définis par le présent document se réfèrent à des protocoles natifs, alors que les protocoles utilisés par d'autres réseaux tels que les protocoles de communication de bus de terrain hérités se réfèrent à des protocoles étrangers.

---

[1] Propriété de HCF (HART Communication Foundation). Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs de la norme et ne signifie nullement l'approbation ou la recommandation du propriétaire de la marque ou des produits associés. La conformité à ce profil n'exige pas l'utilisation de la marque déposée. L'utilisation des marques déposées exige l'obtention préalable d'autorisations auprès du propriétaire des marques.

0.3 Droits de propriété potentiellement applicables

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec les dispositions du présent document peut impliquer l'utilisation de plusieurs brevets:

a) intéressant la cryptographie (asymétrique) sur courbes elliptiques traitée en 7.4.6 et en 7.2.2.3;

b) intéressant la synchronisation d'horloges et l'évaluation de la qualité de liaison, traitées en 9.1.9.3 et en 9.1.15;

c) intéressant des domaines de sujets non spécifiés;

d) intéressant la mise en service d'un réseau sans fil, ainsi que le choix et le routage de plusieurs passerelles.

L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et au domaine d'application de ces droits de propriété.

Les détenteurs de ces droits de propriété ont donné l'assurance à l'IEC qu'ils consentent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier, soit sans frais (gratuitement) soit à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires (RAND). A ce propos, les déclarations des détenteurs suivants de ces droits de propriété sont enregistrées à l'IEC.

Des informations peuvent être demandées à:

a)	Certicom Corporation 4701 Tahoe Blvd, Bldg A L4W 0B5 Mississauga, ON CANADA Attn: Patent licensing Dispositions de licence: vraisemblablement RAND Droits de propriété applicables: inconnus; non déclarés par le détenteur de droits de propriété	b)	NIVIS LLC 1000 Circle 75 Pkwy, Suite 300 Atlanta, GA 30339-6051 USA Attn: Patent licensing Dispositions de licence: RAND Droits de propriété applicables: – US 20100027437 – US 20100098204
c)	General Electric 1 Research Cir Schenectady, NY 12309-1027 USA Attn: Patent licensing Dispositions de licence: vraisemblablement RAND, réciprocité Droits de propriété applicables: inconnus; non déclarés par le détenteur de droits de propriété	d)	Yokogawa Electric Corporation 2-9-32 Nakachou, ~~Musashina~~ Musashino-shi Tokyo JAPAN Attn: Patent licensing Dispositions de licence: RAND, réciprocité Droits de propriété applicables: – JP 4129749 – US 8005514 – US 8031727 – US 8305927 – US 2009080394
Les détenteurs de droits de propriété, les droits de propriété et les dispositions de licence mentionnés ci-dessus correspondent à ceux déclarés dans la norme IEC tel qu'applicables à la norme IEC 62734, à compter de la date d'élaboration du présent texte.			

L'attention est attirée sur la possibilité que des éléments du présent document puissent être sujets à des droits de brevets autres que ceux identifiés ci-dessus. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

L'ISO (http://www.iso.org/patents) et l'IEC (http://patents.iec.ch) tiennent à jour des bases de données en ligne sur les brevets relatifs à leurs normes. Les utilisateurs sont encouragés à consulter ces bases de données pour obtenir l'information la plus récente concernant les droits de propriété.

RÉSEAUX INDUSTRIELS – RÉSEAU DE COMMUNICATION SANS FIL ET PROFILS DE COMMUNICATION – ISA 100.11A

1 Domaine d'application

La présente norme internationale spécifie une méthode de fonctionnement fiable et sécurisé en mode sans fil pour les applications non critiques de contrôle, d'alerte, de commande de surveillance, de commande à boucle ouverte et de commande à boucle fermée. La présente norme définit une suite de protocoles, y compris la gestion de système, des considérations de passerelle et des spécifications de sécurité, pour une connectivité sans fil à bas débit avec des appareils fixes, portatifs et lentement mobiles, fonctionnant souvent sous des contraintes sévères d'énergie et de puissance. L'application dans la présente norme est principalement axée sur les besoins de performance du contrôle et de la surveillance d'automation de processus où des retards de communication de bout en bout de l'ordre de 100 ms peuvent être tolérés.

La présente norme spécifie ce qui suit:

- définition de service de la couche physique et spécification de protocole;
- définition de service de la couche liaison de données et spécification de protocole;
- définition de service de la couche réseau et spécification de protocole;
- définition de service de la couche transport et spécification de protocole;
- définition de service de la couche d'application et spécification de protocole, y compris la prise en charge pour la tunnellisation de protocoles et les passerelles;
- sécurité et gestion de la sécurité;
- mise en service et configuration;
- gestion de réseau; et
- profils additifs de rôles de communication (c'est-à-dire qu'un ou plusieurs peuvent être sélectionnés simultanément).

La fonctionnalité au-dessus de la couche d'application du Modèle de référence de base OSI, telle que ladite User Layer (couche d'utilisateur) et les différents profils pour la fonctionnalité en cette couche n'est pas adressée. Elle est toutefois brièvement débattue à l'Annexe A.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

NOTE Voir la Bibliographie pour les références non normatives.

ISO/IEC 646, *Information technology – ISO 7-bit coded character set for information interchange* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 10731, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Modèle de référence de base – Conventions pour la définition des services OSI*

ISO/IEC 18033-3, *Information technology – Security techniques – Encryption algorithms – Part 3: Block ciphers* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 19772, *Information technology – Security techniques – Authenticated encryption* (disponible en anglais seulement)

ANSI X9.63:2011, *Public Key Cryptography for the Financial Services Industry – Key Agreement and Key Transport Using Elliptic Curve Cryptography* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 2460:1998, *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 2464, *Transmission of IPv6 Packets over Ethernet Networks* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 2529, *Transmission of IPv6 over IPv4 Domains without Explicit Tunnels* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 3168, *The Addition of Explicit Congestion Notification (ECN) to IP* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 4213, *Basic Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 4291:2006, *IP Version 6 Addressing Architecture* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 4944, *Transmission of IPv6 Packets over IEEE 802.15.4 Networks* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 6282:2011, *Compression Format for IPv6 Datagrams over IEEE 802.15.4-Based Networks* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 6298, *Computing TCP's Retransmission Timer* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 802.15.4™:~~2011~~2015[2],~~ *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)* (disponible en anglais seulement)~~ *IEEE Standard for Low-Rate Wireless Networks*

SEC 1:2009, *Elliptic Curve Cryptography, version 2*, disponible à l'adresse http://www.secg.org (disponible en anglais seulement)

SEC 4, *Elliptic Curve Qu-Vanstone Implicit Certificate Scheme (ECQV), version 0.97*, disponible à l'adresse http://www.secg.org (disponible en anglais seulement)

_____

2 Propriété de l'IEEE, http://www.ieee.org.

IEC 62734

Edition 1.1 2019-07

FINAL VERSION

VERSION FINALE

colour inside

Industrial networks –
Wireless communication network and communication profiles – ISA 100.11a

Réseaux industriels –
Réseau de communication sans fil et profils de communication – ISA 100.11a



IEC 62734:2014-10+AMD1:2019-07 CSV(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD 21
0 Introduction 23
0.1 General 23
0.2 Document structure 23
0.3 Potentially relevant patents 23
1 Scope 25
2 Normative references 25
3 Terms, definitions, abbreviated terms, acronyms, and conventions 26
3.1 Terms and definitions 26
3.2 Abbreviated terms and acronyms 55
3.3 Conventions 61
4 Overview 63
4.1 General 63
4.2 Interoperability and related issues 63
4.3 Quality of service 64
4.4 Worldwide applicability 64
4.5 Network architecture 64
4.6 Network characteristics 70
5 System 78
5.1 General 78
5.2 Devices 78
5.3 Networks 86
5.4 Protocol suite structure 96
5.5 Data flow 97
5.6 Time reference 104
5.7 Firmware upgrades 105
5.8 Wireless backbones and other infrastructures 105
6 System management role 105
6.1 General 105
6.2 DMAP 107
6.3 System manager 131
7 Security 188
7.1 General 188
7.2 Security services 189
7.3 PDU security 194
7.4 Joining process 227
7.5 Session establishment 259
7.6 Key update 265
7.7 Functionality of the security manager role 271
7.8 Security policies 273
7.9 Security functions available to the AL 276
7.10 Security statistics collection, threat detection, and reporting 279
7.11 DSMO functionality 280
8 Physical layer 287
8.1 General 287

8.2 Default physical layer 288
9 Data-link layer 289
9.1 General 289
9.2 DDSAP 359
9.3 Data DPDUs and ACK/NAK DPDUs 362
9.4 DL management information base 389
9.5 DLE methods 438
9.6 DL alerts 440
10 Network layer 443
10.1 General 443
10.2 NL functionality overview 443
10.3 NLE data services 463
10.4 NL management object 466
10.5 NPDU formats 474
11 Transport layer 482
11.1 General 482
11.2 TLE reference model 483
11.3 Transport security entity 483
11.4 Transport data entity 484
11.5 TPDU encoding 489
11.6 TL model 491
12 Application layer 501
12.1 General 501
12.2 Energy considerations 502
12.3 Legacy control system considerations 502
12.4 Overview of object-oriented modeling 503
12.5 Object model 505
12.6 Object attribute model 506
12.7 Method model 508
12.8 Alert model 509
12.9 Alarm state model 509
12.10 Event state model 510
12.11 Alert reporting 511
12.12 Communication interaction model 513
12.13 AL addressing 523
12.14 Management objects 526
12.15 User objects 527
12.16 Data types 560
12.17 Application services provided by application sublayer 567
12.18 AL flow use of lower layer services 603
12.19 AL management 604
12.20 Process control industry standard data structures 622
12.21 Additional tables 625
12.22 Coding 626
12.23 Syntax 650
12.24 Detailed coding examples (informative) 662
13 Provisioning 663
13.1 General 663

13.2 Terms and definitions for devices with various roles or states 663
13.3 Provisioning procedures 665
13.4 Pre-installed symmetric keys 665
13.5 Provisioning using out-of-band mechanisms 666
13.6 Provisioning networks 666
13.7 State transition diagrams 669
13.8 Device management application protocol objects used during provisioning 673
13.9 Management objects 676
13.10 Device provisioning service object 682
13.11 Provisioning functions (informative) 690
Annex A (informative) User layer/application profiles 694
Annex B (normative) Communication role profiles 696
Annex C (informative) Background information 708
Annex D (normative) Configuration defaults 714
Annex E (informative) Use of backbone networks 721
Annex F (normative) Basic security concepts – Notation and representation 724
Annex G (informative) Using certificate chains for over-the-air provisioning 725
Annex H (normative) Security building blocks 726
Annex I (informative) Definition templates 736
Annex J (informative) Operations on attributes 741
Annex K (normative) Standard object types 746
Annex L (informative) Standard data types 751
Annex M (normative) Identification of tunneled legacy fieldbus protocols 753
Annex N (informative) Tunneling and native object mapping 754
Annex O (informative) Generic protocol translation 756
Annex P (informative) Exemplary GIAP adaptations for this standard 760
Annex Q (informative) Exemplary GIAP adaptations for IEC 62591 765
Annex R (informative) Host system interface to standard-compliant devices via a gateway 774
Annex S (informative) Symmetric-key operation test vectors 780
Annex T (informative) Data-link and network headers for join requests 783
Annex U (informative) Gateway role 785
Annex V (informative) Compliance with ETSI EN 300 328 v2.1.1 853
Bibliography 857

Figure 1 – Standard-compliant network 66
Figure 2 – Typical single-layer PDU without fragmenting or blocking 68
Figure 3 – Full multi-layer PDU structure used by this standard 68
Figure 4 – Physical devices versus roles 81
Figure 5 – Notional representation of device phases 85
Figure 6 – Simple star topology 87
Figure 7 – Simple hub-and-spoke topology 88
Figure 8 – Mesh topology 89
Figure 9 – Simple star-mesh topology 90
Figure 10 – Example where network and D-subnet overlap 91

Figure 11 – Example where network and D-subnet differ 92
Figure 12 – Network with multiple gateways 93
Figure 13 – Basic network with backup gateway 94
Figure 14 – Network with backbone 95
Figure 15 – Network with backbone – Device roles 96
Figure 16 – Reference model used by this standard 97
Figure 17 – Basic data flow 98
Figure 18 – Data flow between I/O devices 99
Figure 19 – Data flow with legacy I/O device 100
Figure 20 – Data flow with backbone-resident device 101
Figure 21 – Data flow between I/O devices via backbone subnet 102
Figure 22 – Data flow to standard-aware control system 103
Figure 23 – Management architecture 106
Figure 24 – DMAP 109
Figure 25 – Example of management SAP flow through standard protocol suite 111
Figure 26 – System manager architecture concept 132
Figure 27 – UAP-system manager interaction during contract establishment 154
Figure 28 – Contract-related interaction between DMO and SCO 157
Figure 29 – Contract source, destination, and intermediate devices 170
Figure 30 – Contract establishment example 180
Figure 31 – Contract ID usage in source 181
Figure 32 – Contract termination 185
Figure 33 – Contract modification with immediate effect 187
Figure 34 – Examples of DPDU and TPDU scope 189
Figure 35 – Keys and associated lifetimes 191
Figure 36 – Key lifetimes 193
Figure 37 – DPDU structure 196
Figure 38 – DLE and DLS processing for a D-transaction initiator 197
Figure 39 – Received DPDUs – DLE and DSC 199
Figure 40 – TPDU structure and protected coverage 212
Figure 41 – TMIC parameters 212
Figure 42 – TL and TSC interaction, outgoing TPDU 214
Figure 43 – TL and TSC interaction, incoming TPDU 215
Figure 44 – Example: Overview of the symmetric-key joining process 232
Figure 45 – Example: Overview of the symmetric-key joining process of a backbone device 233
Figure 46 – Asymmetric-key-authenticated key agreement scheme 243
Figure 47 – Example: Overview of the asymmetric-key joining process for a device with a DL 246
Figure 48 – Example: Overview of the asymmetric-key joining process of a backbone device 247
Figure 49 – Device state transitions for joining process and device lifetime 259
Figure 50 – High-level example of session establishment 260
Figure 51 – Key update protocol overview 265

Figure 52 – Device key establishment and key update state transition 271
Figure 53 – DL protocol suite and PhPDU/DPDU structure 291
Figure 54 – Graph routing example 294
Figure 55 – Inbound and outbound graphs 296
Figure 56 – Slotted-channel-hopping 300
Figure 57 – Slow-channel-hopping 301
Figure 58 – Hybrid operation 301
Figure 59 – Radio spectrum usage 302
Figure 60 – Predefined channel-hopping-pattern1 304
Figure 61 – Two groups of DLEs with different channel-hopping-pattern-offsets 305
Figure 62 – Interleaved channel-hopping-pattern1 with sixteen different channel-hopping-pattern-offsets 306
Figure 63 – Example timeslot allocation for slotted-channel-hopping 307
Figure 64 – Example timeslot allocation for slow-channel-hopping 308
Figure 65 – Hybrid mode with slotted-channel-hopping and slow-channel-hopping 309
Figure 66 – Combining slow-channel-hopping and slotted-channel-hopping 309
Figure 67 – Example of a three-timeslot superframe and how it repeats 310
Figure 68 – Superframes and links 310
Figure 69 – Multiple superframes with aligned timeslots 311
Figure 70 – Example superframe for slotted-channel-hopping 315
Figure 71 – Example superframe for slow-channel-hopping 316
Figure 72 – Components of a slow-channel-hopping superframe 316
Figure 73 – Example configuration for avoiding collisions among routers 317
Figure 74 – Hybrid configuration 318
Figure 75 – Timeslot allocation and message queue 320
Figure 76 – 250 ms alignment intervals 323
Figure 77 – Timeslot durations and timing 324
Figure 78 – Clock source acknowledges receipt of a Data DPDU 329
Figure 79 – Transaction timing attributes 331
Figure 80 – Dedicated and shared transaction timeslots 332
Figure 81 – Unicast transaction 333
Figure 82 – PDU wait time (PWT) 336
Figure 83 – Duocast support in the standard 337
Figure 84 – Duocast transaction 338
Figure 85 – Shared timeslots with active CSMA/CA 339
Figure 86 – Transaction during slow-channel-hopping periods 340
Figure 87 – DL management SAP flow through standard protocol suite 343
Figure 88 – PhPDU and DPDU structure 362
Figure 89 – Typical ACK/NAK DPDU layout 371
Figure 90 – Relationship among DLMO indexed attributes 410
Figure 91 – Address translation process 446
Figure 92 – Fragmentation process 448
Figure 93 – Reassembly process 449

Figure 94 – Processing of an NSDU received from a TLE 451
Figure 95 – Processing of a received NPDU 452
Figure 96 – Processing of a NPDU received by a NLE from the backbone 454
Figure 97 – Delivery of a received NPDU at its final destination NLE 455
Figure 98 – Routing from a field device direct to a field-connected gateway without backbone routing 456
Figure 99 – Protocol suite diagram for routing from a field device direct to a field-connected gateway without backbone routing 457
Figure 100 – Routing an NPDU from a field device to a gateway via a backbone router 458
Figure 101 – Protocol suite diagram for routing an APDU from a field device to a gateway via a backbone router 459
Figure 102 – Routing from a field device on one D-subnet to another field device on a different D-subnet 460
Figure 103 – Protocol suite diagram for routing from an I/O device on one D-subnet to another I/O device on a different D-subnet 461
Figure 104 – Example of routing over an Ethernet backbone network 462
Figure 105 – Example of routing over a fieldbus backbone network 463
Figure 106 – Distinguishing between NPDU header formats 475
Figure 107 – TLE reference model 483
Figure 108 – UDP pseudo-header for IPv6 485
Figure 109 – TPDU structure 489
Figure 110 – User application objects in a UAP 504
Figure 111 – Alarm state model 510
Figure 112 – Event model 511
Figure 113 – A successful example of multiple outstanding requests, with response concatenation 516
Figure 114 – An example of multiple outstanding unordered requests, with second write request initially unsuccessful 517
Figure 115 – An example of multiple outstanding ordered requests, with second write request initially unsuccessful 518
Figure 116 – Send window example 1, with current send window smaller than maximum send window 520
Figure 117 – Send window example 2, with current send window the same size as maximum send window, and non-zero usable send window width 520
Figure 118 – Send window example 3, with current send window the same size as maximum send window, and usable send window width of zero 521
Figure 119 – General addressing model 523
Figure 120 – UAP management object state diagram 530
Figure 121 – Alert report reception state diagram 532
Figure 122 – Alert-reporting example 532
Figure 123 – UploadDownload object download state diagram 549
Figure 124 – UploadDownload object upload state diagram 549
Figure 125 – Publish sequence of service primitives 570
Figure 126 – Client/server model two-part interactions 575
Figure 127 – Client/server model four-part interactions: Successful delivery 575
Figure 128 – Client/server model four-part interactions: Request delivery failure 576

Figure 129 – Client/server model four-part interactions: Response delivery failure 576
Figure 130 – AlertReport and AlertAcknowledge, delivery success 591
Figure 131 – AlertReport, delivery failure 591
Figure 132 – AlertReport, acknowledgment failure 592
Figure 133 – Concatenated response for multiple outstanding write requests (no message loss) 599
Figure 134 – Management and handling of malformed APDUs received from device X 605
Figure 135 – The provisioning network 667
Figure 136 – State transition diagrams outlining provisioning steps during a device lifecycle 669
Figure 137 – State transition diagram showing various paths to joining a secured network 672
Figure 138 – Provisioning objects and interactions 674
Figure C.1 – OSI Basic Reference Model 710
Figure O.1 – Generic protocol translation publish diagram 756
Figure O.2 – Generic protocol translation subscribe diagram 757
Figure O.3 – Generic protocol translation client/server transmission diagram 758
Figure O.4 – Generic protocol translation client/server reception diagram 759
Figure R.1 – Host integration reference model 774
Figure R.2 – Configuration using an electronic device definition 776
Figure R.3 – Configuration using FDT/DTM approach 777
Figure U.1 – Gateway scenarios 787
Figure U.2 – Basic gateway model 788
Figure U.3 – Internal sequence of primitives for session interface 792
Figure U.4 – Internal sequence of primitives for lease management interface 792
Figure U.5 – Internal sequence of primitives for system report interfaces 793
Figure U.6 – Internal sequence of primitives for time interface 793
Figure U.7 – Internal sequence of primitives for client/server interface initiated from gateway to an adapter device 794
Figure U.8 – Internal sequence of primitives for publish interface initiated from gateway to an adapter device 794
Figure U.9 – Internal sequence of primitives for subscribe interface initiated from an adapter device 795
Figure U.10 – Internal sequence of primitives for publisher timer initiated from gateway to an adapter device 795
Figure U.11 – Internal sequence of primitives for subscriber timers initiated from an adapter device 795
Figure U.12 – Internal sequence of primitives for the bulk transfer interface 796
Figure U.13 – Internal sequence of primitives for the alert subscription interface 796
Figure U.14 – Internal sequence of primitives for the alert notification interface 797
Figure U.15 – Internal sequence of primitives for gateway management interfaces 797
Figure U.16 – Tunnel object model 833
Figure U.17 – Distributed tunnel endpoints 834
Figure U.18 – Multicast, broadcast, and one-to-many messaging 835
Figure U.19 – Tunnel object buffering 836
Figure U.20 – Publish/subscribe publisher CoSt flowchart 839

Figure U.21 – Publish/subscribe publisher periodic flowchart 839
Figure U.22 – Publish/subscribe subscriber common periodic and CoSt flowchart 840
Figure U.23 – Network address mappings 841
Figure U.24 – Connection_Info usage in protocol translation 842
Figure U.25 – Transaction_Info usage in protocol translation 843
Figure U.26 – Interworkable tunneling mechanism overview diagram 844
Figure U.27 – Bulk transfer model 847
Figure U.28 – Alert model 848
Figure U.29 – Alert cascading 849
Figure U.30 – Native publish/subscribe and client/server access 850

Table 1 – Standard management object types in DMAP 109
Table 2 – Metadata_attribute data structure 112
Table 3 – Alert types for communication diagnostic category 114
Table 4 – Alert types for security alert category 114
Table 5 – Alert types for device diagnostic alert category 114
Table 6 – Alert types for process alert category 114
Table 7 – ARMO attributes *(1 of 3)* 116
Table 8 – ARMO alerts 119
Table 9 – Alarm_Recovery method 120
Table 10 – DMO attributes *(1 of 8)* 122
Table 11 – DMO alerts 130
Table 12 – System management object types 133
Table 13 – DSO attributes 135
Table 14 – Address_Translation_Row data structure 136
Table 15 – Read_Address_Row method 136
Table 16 – Input argument usage for Read_Address_Row method 138
Table 17 – Output argument usage for Read_Address_Row method 138
Table 18 – Attributes of SMO in system manager 140
Table 19 – Proxy_System_Manager_Join method 142
Table 20 – Proxy_System_Manager_Contract method 144
Table 21 – Effect of different join commands on attribute sets 146
Table 22 – Attributes of DMSO in the system manager 146
Table 23 – System_Manager_Join method 147
Table 24 – System_Manager_Contract method 149
Table 25 – Attributes of STSO in the system manager 153
Table 26 – Attributes of SCO in the system manager 156
Table 27 – SCO method for contract establishment, modification, or renewal *(1 of 8)* 160
Table 28 – Input argument usage for SCO method for contract establishment, modification, or renewal 168
Table 29 – Output argument usage for SCO method for contract establishment, modification, or renewal 169
Table 30 – Contract_Data data structure *(1 of 3)* 172
Table 31 – New_Device_Contract_Response data structure *(1 of 2)* 176

Table 32 – SCO method for contract termination, deactivation and reactivation 183
Table 33 – DMO method to notify of contract termination 184
Table 34 – DMO method to notify of contract modification 186
Table 35 – Security levels 194
Table 36 – Structure of the security control field 194
Table 37 – Sec.DpduPrep.Request elements 200
Table 38 – Sec.DpduPrep.Response elements 201
Table 39 – Sec.DAckCheck.Request elements 202
Table 40 – Sec.DAckCheck.Response elements 203
Table 41 – Sec.DInitialCheck.Request elements 204
Table 42 – Sec.DInitialCheck.Response elements 205
Table 43 – Sec.DAckPrep.Request elements 205
Table 44 – Sec.DAckPrep.Response elements 206
Table 45 – Structure of the WISN DPDU nonce 207
Table 46 – Structure of the 32-bit truncated TAI time used in the D-nonce 208
Table 47 – TSC pseudo-header structure 213
Table 48 – Sec.TpduOutCheck.Request elements 216
Table 49 – Sec.TpduOutCheck.Response elements 216
Table 50 – Sec.TpduSecure.Request elements 217
Table 51 – Sec. TpduSecure.Response elements 218
Table 52 – Sec.TpduInCheck.Request elements 219
Table 53 – Sec.TpduInCheck.Response elements 220
Table 54 – Sec.TpduVerify.Request elements 221
Table 55 – Sec.TpduVerify.Response elements 222
Table 56 – Structure of TL security header 222
Table 57 – Structure of the TPDU nonce 223
Table 58 – Structure of 32-bit truncated nominal TAI time used in the T-nonce 223
Table 59 – Proxy_Security_Sym_Join method 235
Table 60 – Security_Sym_Join method 236
Table 61 – Security_Confirm method 236
Table 62 – Security_Sym_Join_Request data structure 237
Table 63 – Security_Sym_Join_Response data structure 238
Table 64 – Structure of compressed security level field 239
Table 65 – Master key security level 240
Table 66 – Security_Sym_Confirm data structure 240
Table 67 – Implicit certificate format 242
Table 68 – Usage_serial_number structure 242
Table 69 – Proxy_Security_Pub_Join method 249
Table 70 – Security_Pub_Join method 250
Table 71 – Proxy_Security_Pub_Confirm method 251
Table 72 – Security_Pub_Confirm method 251
Table 73 – Network_Information_Confirmation method 252
Table 74 – Format of asymmetric join request internal structure 253

Table 75 – Format of the protocol control field 253
Table 76 – Format of asymmetric join response internal structure 254
Table 77 – Format of first join confirmation internal structure 255
Table 78 – Format of join confirmation response internal structure 256
Table 79 – Joining process and device lifetime state machine 258
Table 80 – Security_New_Session method 261
Table 81 – Security_New_Session_Request data structure 262
Table 82 – Security_New_Session_Response data structure 264
Table 83 – New_Key method 266
Table 84 – Security_Key_and_Policies data structure 267
Table 85 – Security_Key_Update_Status data structure 269
Table 86 – T-key and D-key state transition 270
Table 87 – Attributes of PSMO in the system manager 271
Table 88 – Structure of policy field 274
Table 89 – Key_Type 274
Table 90 – Key_Usage 275
Table 91 – Granularity 275
Table 92 – DSMO attributes 280
Table 93 – KeyDescriptor 282
Table 94 – T-keyLookupData OctetString fields 283
Table 95 – Delete key method 284
Table 96 – Key_Policy_Update method 285
Table 97 – DSMO alerts 287
Table 98 – Timing requirements 288
Table 99 – Graph table on ND20 294
Table 100 – Graph table on ND21 294
Table 101 – Approximating nominal timing with 32 KiHz clock 325
Table 102 – DL_Config_Info structure 351
Table 103 – CountryCode 357
Table 104 – DD-DATA.request parameters 360
Table 105 – DD-DATA.confirm parameters 361
Table 106 – Value set for status parameter 361
Table 107 – DD-DATA.indication parameters 362
Table 108 – ExtDLUint, one-octet variant 364
Table 109 – ExtDLUint, two-octet variant 365
Table 110 – Data DPDU MHR 365
Table 111 – Data DPDU DHDR 367
Table 112 – Data DPDU DMXHR 368
Table 113 – DROUT structure, compressed variant 369
Table 114 – DROUT structure, uncompressed variant 369
Table 115 – DADDR structure 370
Table 116 – ACK/NAK DPDU MHR 372
Table 117 – ACK/NAK DPDU DHR 373

Table 118 – ACK/NAK DPDU DHDR 373
Table 119 – Advertisement DAUX structure 375
Table 120 – Advertisement selections elements 376
Table 121 – Advertisement selections 376
Table 122 – Advertisement time synchronization elements 376
Table 123 – Advertisement time synchronization structure 377
Table 124 – Join superframe information subfields 378
Table 125 – Join superframe information structure 378
Table 126 – Superframe derived from advertisement 379
Table 127 – Join information elements 380
Table 128 – Join information structure 380
Table 129 – Defaults for links created from advertisements 381
Table 130 – dlmo.Neighbor entry created from advertisements 382
Table 131 – dlmo.Graph entry created from advertisements 382
Table 132 – dlmo.Route entry created from advertisements 383
Table 133 – Solicitation header subfields 385
Table 134 – Solicitation header structure 386
Table 135 – Solicitation DAUX fields 386
Table 136 – Solicitation DAUX structure 386
Table 137 – Activate link DAUX fields 388
Table 138 – Activate link DAUX structure 388
Table 139 – Report received signal quality DAUX fields 388
Table 140 – Report received signal quality DAUX structure 389
Table 141 – DLMO attributes *(1 of 7)* 389
Table 142 – D-subnet filter octets 399
Table 143 – dlmo.TaiAdjust OctetString fields 400
Table 144 – dlmo.TaiAdjust OctetString structure 400
Table 145 – dlmo.EnergyDesign OctetString fields 400
Table 146 – dlmo.EnergyDesign OctetString structure 400
Table 147 – dlmo.DeviceCapability OctetString fields 401
Table 148 – dlmo.DeviceCapability OctetString structure 402
Table 149 – dlmo.DiscoveryAlert fields 404
Table 150 – dlmo.DiscoveryAlert structure 404
Table 151 – dlmo.Candidates OctetString fields 405
Table 152 – dlmo.Candidates structure 405
Table 153 – dlmo.SmoothFactors OctetString fields 406
Table 154 – dlmo.SmoothFactors structure 406
Table 155 – dlmo.QueuePriority fields 407
Table 156 – dlmo.QueuePriority structure 408
Table 157 – dlmo.ChannelDiag fields 409
Table 158 – dlmo.ChannelDiag structure 409
Table 159 – dlmo.Ch fields 411
Table 160 – dlmo.Ch structure 411

Table 161 – Transaction receiver template fields 414
Table 162 – Transaction receiver template structure 414
Table 163 – Transaction initiator template fields 415
Table 164 – Transaction initiator template structure 416
Table 165 – Default transaction responder template, used during joining process 416
Table 166 – Default transaction initiator template, used during joining process 417
Table 167 – Default transaction responder template, used during joining process 417
Table 168 – dlmo.Neighbor fields 419
Table 169 – dlmo.Neighbor structure 420
Table 170 – ExtendGraph fields 421
Table 171 – ExtGraph structure 422
Table 172 – dlmo.NeighborDiagReset fields 422
Table 173 – dlmo.NeighborDiagReset structure 422
Table 174 – dlmo.Superframe fields 423
Table 175 – dlmo.Superframe structure 424
Table 176 – dlmo.SuperframeIdle fields 428
Table 177 – dlmo.SuperframeIdle structure 428
Table 178 – dlmo.Graph 429
Table 179 – dlmo.Graph structure 429
Table 180 – dlmo.Link fields 430
Table 181 – dlmo.Link structure 431
Table 182 – dlmo.Link[ ].Type structure 432
Table 183 – Allowed dlmo.Link[ ].Type combinations 433
Table 184 – Values for dlmo.Link[ ].Schedule 434
Table 185 – dlmo.Route fields 434
Table 186 – dlmo.Route structure 435
Table 187 – dlmo.NeighborDiag fields 436
Table 188 – Diagnostic summary OctetString fields 436
Table 189 – Diagnostic summary OctetString structure 437
Table 190 – Diagnostic ClockDetail OctetString fields 437
Table 191 – Diagnostic ClockDetail OctetString structure 438
Table 192 – Read_Row method 439
Table 193 – Write_Row method 439
Table 194 – Write_Row_Now method 440
Table 195 – dlmo.AlertPolicy fields 441
Table 196 – dlmo.AlertPolicy OctetString structure 441
Table 197 – DL_Connectivity alert 442
Table 198 – DL_Connectivity alert OctetString 442
Table 199 – NeighborDiscovery alert 443
Table 200 – Link-local address structure 444
Table 201 – Address translation table (ATT) 445
Table 202 – Example of a routing table 450
Table 203 – N-DATA.request elements 464

Table 204 – N-DATA.confirm elements 465
Table 205 – N-DATA.indication elements 466
Table 206 – NLMO attributes *(1 of 3)* 467
Table 207 – Contract table structure 470
Table 208 – Route table elements 471
Table 209 – Address translation table structure 471
Table 210 – NLMO structured MIB manipulation methods 473
Table 211 – Alert to indicate dropped PDU/PDU error 474
Table 212 – Common header patterns 476
Table 213 – Basic NL header format 476
Table 214 – Contract-enabled NL header format 478
Table 215 – 6LoWPAN_IPHC encoding format 478
Table 216 – IPv6 NL header format 479
Table 217 – Full NL header in the DL 480
Table 218 – NL header format for fragmented NPDUs 481
Table 219 – Format of first fragment header 481
Table 220 – Format of second and subsequent fragment headers 482
Table 221 – UDP header encoding 486
Table 222 – UDP 6LoWPAN_NHC-for-UDP encoding octet 490
Table 223 – Optimal UDP header encoding 490
Table 224 – UDP header encoding with checksum and compressed port numbers 491
Table 225 – T-DATA.request elements 492
Table 226 – T-DATA.confirm elements 493
Table 227 – T-DATA.confirm status codes 493
Table 228 – T-DATA.indication elements 494
Table 229 – TLMO attributes *(1 of 2)* 495
Table 230 – TL management object methods – Reset 497
Table 231 – TL management object methods – Halt 498
Table 232 – TL management object methods – PortRangeInfo 498
Table 233 – TL management object methods – GetPortInfo 499
Table 234 – TL management object methods – GetNextPortInfo 500
Table 235 – TL management object alert types – Illegal use of port 500
Table 236 – TL management object alert types – TPDU received on unregistered port 501
Table 237 – TL management object alert types – TPDU does not match security policies 501
Table 238 – State table for alarm transitions 510
Table 239 – State table for event transitions 511
Table 240 – UAP management object attributes *(1 of 2)* 528
Table 241 – State table for UAP management object 530
Table 242 – UAP management object methods 530
Table 243 – Alert-receiving object attributes 531
Table 244 – State table for handling an AlertReport reception 532
Table 245 – AlertReceiving object methods 533

Table 246 – UploadDownload object attributes *(1 of 4)* 534
Table 247 – UploadDownload object methods 539
Table 248 – UploadDownload object StartDownload method 540
Table 249 – UploadDownload object DownloadData method 541
Table 250 – UploadDownload object EndDownload method 543
Table 251 – UploadDownload object StartUpload method 544
Table 252 – UploadDownload object UploadData method 545
Table 253 – UploadDownload object EndUpload method 546
Table 254 – Download state table for unicast operation mode *(1 of 2)* 547
Table 255 – Upload state table for unicast operation mode *(1 of 2)* 550
Table 256 – Concentrator object attributes *(1 of 2)* 552
Table 257 – Concentrator object methods 553
Table 258 – Dispersion object attributes *(1 of 2)* 554
Table 259 – Dispersion object methods 555
Table 260 – Tunnel object attributes *(1 of 3)* 556
Table 261 – Tunnel object methods 558
Table 262 – Interface object attributes 559
Table 263 – Interface object methods 559
Table 264 – Data type: ObjectAttributeIndexAndSize 561
Table 265 – Data type: Communication association endpoint *(1 of 2)* 562
Table 266 – Data type: Communication contract data 564
Table 267 – Data type: Alert communication endpoint 565
Table 268 – Data type: Tunnel endpoint 565
Table 269 – Data type: Alert report descriptor 566
Table 270 – Data type: Process control alarm report descriptor for analog with single reference condition 566
Table 271 – Data type: ObjectIDandType 567
Table 272 – Data type: UnscheduledCorrespondent 567
Table 273 – AL services 568
Table 274 – Publish service 572
Table 275 – Read service 578
Table 276 – Write service 583
Table 277 – Execute service 587
Table 278 – AlertReport service 593
Table 279 – AlertAcknowledge service 596
Table 280 – Tunnel service 600
Table 281 – Application flow characteristics 603
Table 282 – AL service primitive to TL service primitive mapping 604
Table 283 – ASLMO attributes *(1 of 2)* 606
Table 284 – Application sublayer management object methods 607
Table 285 – Reset method 608
Table 286 – ASLMO alerts 609
Table 287 – Analog input object attributes 612

Table 288 – Analog input object methods 613
Table 289 – Analog input alerts 614
Table 290 – Analog output attributes *(1 of 2)* 615
Table 291 – Analog output object methods 616
Table 292 – Analog output alerts 617
Table 293 – Binary input object attributes 618
Table 294 – Binary input object methods 619
Table 295 – Binary input alerts 619
Table 296 – Binary output attributes 620
Table 297 – Binary output object methods 621
Table 298 – Binary output alerts 621
Table 299 – Status octet 623
Table 300 – Data type: Process control value and status for analog value 623
Table 301 – Data type: Process control value and status for binary value 624
Table 302 – Data type: Process control mode 624
Table 303 – Data type: Process control mode bitstring 624
Table 304 – Data type: Process control scaling 625
Table 305 – Process control standard objects 625
Table 306 – Services 626
Table 307 – Application messaging format 626
Table 308 – Concatenated APDUs in a single TSDU 627
Table 309 – Object addressing 627
Table 310 – Four-bit addressing mode APDU header construction 628
Table 311 – Eight-bit addressing mode APDU header construction 628
Table 312 – Sixteen-bit addressing mode APDU header construction 628
Table 313 – Inferred addressing use case example 629
Table 314 – Inferred addressing mode APDU header construction 629
Table 315 – Six-bit attribute identifier, not indexed 630
Table 316 – Six-bit attribute identifier, singly indexed, with 7-bit index 630
Table 317 – Six-bit attribute identifier, singly indexed, with 15-bit index 630
Table 318 – Six-bit attribute identifier, doubly indexed, with two 7-bit indices 631
Table 319 – Six-bit attribute identifier, doubly indexed, with two 15-bit indices 631
Table 320 – Six-bit attribute identifier, doubly indexed, with first index seven bits long and second index fifteen bits long 631
Table 321 – Six-bit attribute bit attribute identifier, doubly indexed, with first index fifteen bits long and second index seven bits long 631
Table 322 – Twelve-bit attribute identifier, not indexed 632
Table 323 – Twelve-bit attribute identifier, singly indexed with 7-bit index 632
Table 324 – Twelve-bit attribute identifier, singly indexed with 15-bit index 632
Table 325 – Twelve-bit attribute identifier, doubly indexed with two 7-bit indices 632
Table 326 – Twelve-bit attribute identifier, doubly indexed with two 15-bit indices 633
Table 327 – Twelve-bit attribute identifier, doubly indexed with first index 7 bits long and second index 15 bits long 633

Table 328 – Twelve-bit attribute identifier, doubly indexed with the first index 15 bits long and the second index 7 bits long 633
Table 329 – Twelve-bit attribute identifier, reserved form 633
Table 330 – Coding rules for read service request 634
Table 331 – Coding rules for read service response with 7-bit size field 634
Table 332 – Coding rules for read service response with 15-bit size field 634
Table 333 – Coding rules for write service request with 7-bit size field 635
Table 334 – Coding rules for write service request with 15-bit size field 635
Table 335 – Coding rules for write service response 635
Table 336 – Coding rules for execute service request with 7-bit size field 636
Table 337 – Coding rules for execute service request with 15-bit size field 636
Table 338 – Coding rules for execute service response with 7-bit size field 636
Table 339 – Coding rules for execute service response with 15-bit size field 637
Table 340 – Coding rules for tunnel service request with 7-bit size field 637
Table 341 – Coding rules for tunnel service request with 15-bit size field 637
Table 342 – Coding rules for tunnel service response with 7-bit size field 637
Table 343 – Coding rules for tunnel service response with 15-bit size field 638
Table 344 – Coding rules for AlertReport service with 7-bit associated-data size field 638
Table 345 – Coding rules for AlertReport service with 15-bit associated-data size field 638
Table 346 – Coding rules for AlertAcknowledge service 639
Table 347 – Coding rules for publish service for a native sequence of values 639
Table 348 – Coding rules for publish service – non-native (for tunnel support) 639
Table 349 – Coding rules for concatenate service 639
Table 350 – General coding rule for size-invariant application data 640
Table 351 – General coding rule for size-varying application data of 0..255 octets 640
Table 352 – Coding rules for Unsigned8 642
Table 353 – Coding rules for Unsigned16 642
Table 354 – Coding rules for Unsigned32 643
Table 355 – Coding rules for Unsigned64 643
Table 356 – Coding rules for Unsigned128 644
Table 357 – Coding rules for single-precision float 645
Table 358 – Coding rules for double-precision float 645
Table 359 – Coding rules for VisibleString 646
Table 360 – Coding rules for OctetString 646
Table 361 – Coding rules for BitString 647
Table 362 – Coding rules for TAINetworkTime, and for TAITimeDifference when interpreted as a modulo difference 648
Table 363 – Coding rules for TAITimeRounded 648
Table 364 – Coding example: Read request for a non-indexed attribute 662
Table 365 – Coding example: Read response for a non-indexed attribute 662
Table 366 – Coding example: Tunnel service request 662
Table 367 – Factory default settings 670
Table 368 – Device provisioning object *(1 of 6)* 676
Table 369 – Reset_To_Default method 681

Table 370 – Write symmetric join key method 682
Table 371 – Device provisioning service object *(1 of 4)* 683
Table 372 – DPSOWhiteListTbl data structure *(1 of 2)* 687
Table 373 – Array manipulation table 689
Table 374 – DPSO alert to indicate join by a device not on the WhiteList 689
Table 375 – DPSO alert to indicate inadequate device join capability 690
Table B.1 – Protocol layer device roles 697
Table B.2 – Over-the-air upgrades 697
Table B.3 – Session support profiles 698
Table B.4 – Baseline profiles 699
Table B.5 – PhL roles 699
Table B.6 – DL required for listed roles 700
Table B.7 – Role profiles: General DLMO attributes 701
Table B.8 – Role profiles: dlmo.Device_Capability 701
Table B.9 – Role profiles: dlmo.Ch (channel-hopping) 702
Table B.10 – Role profiles: dlmo.TsTemplate 702
Table B.11 – Role profiles: dlmo.Neighbor 702
Table B.12 – Role profiles: dlmo.NeighborDiag 703
Table B.13 – Role profiles: dlmo.Superframe 703
Table B.14 – Role profiles: dlmo.Graph 703
Table B.15 – Role profiles: dlmo.Link 704
Table B.16 – Role profiles: dlmo.Route 704
Table B.17 – Role profiles: dlmo.Queue_Priority 704
Table B.18 – Routing table size 705
Table B.19 – Address table size 705
Table B.20 – Port support size 705
Table B.21 – APs 705
Table B.22 – Role profiles: I/O, routers, gateways, and backbone routers 706
Table B.23 – Role profile: Gateway 706
Table B.24 – Role profile: Gateway native access 706
Table B.25 – Role profile: Gateway interworkable tunnel mechanism 707
Table C.1 – Usage classes 709
Table D.1 – System management configuration defaults 714
Table D.2 – Security configuration defaults 715
Table D.3 – DLE configuration defaults 716
Table D.4 – NLE configuration defaults 717
Table D.5 – TLE configuration defaults 717
Table D.6 – ALE configuration defaults 718
Table D.7 – Provisioning configuration defaults 720
Table D.8 – Gateway configuration defaults 720
Table I.1 – Table of standard object types 736
Table I.2 – Template for standard object attributes 737
Table I.3 – Template for standard object methods 738

Table I.4 – Template for standard object alert reporting 739
Table I.5 – Template for data structures 740
Table J.1 – Scheduled_Write method template 742
Table J.2 – Read_Row method template 743
Table J.3 – Write_Row method template 743
Table J.4 – Reset_Row method template 744
Table J.5 – Delete_Row method template 745
Table K.1 – Standard object types 747
Table K.2 – Standard object instances 749
Table L.1 – Standard data types 751
Table M.1 – Identification of tunneled legacy fieldbus protocols 753
Table T.1 – Sample MHR for join request 783
Table T.2 – Sample DHR for join request 784
Table T.3 – Network header for join messages 784
Table U.1 – Summary of notional gateway high-side interface examples 790
Table U.2 – Primitive G_Session parameter usage 799
Table U.3 – GS_Status for G_Session confirm 801
Table U.4 – Primitive G_Lease parameter usage 802
Table U.5 – GS_Lease_Type for G_Lease request 803
Table U.6 – GS_Status for G_Lease confirm 804
Table U.7 – Primitive G_Device_List_Report parameter usage 805
Table U.8 – GS_Status for G_Device_List_Report confirm 806
Table U.9 – Primitive G_Topology_Report parameter usage 806
Table U.10 – Primitive G_Schedule_Report parameter usage 808
Table U.11 – Primitive G_Device_Health_Report parameter usage 810
Table U.12 – Primitive G_Neighbor_Health_Report parameter usage 811
Table U.13 – Primitive G_Network_Health_Report parameter usage 813
Table U.14 – Primitive G_Time parameter usage 815
Table U.15 – GS_Status for G_Time confirm 815
Table U.16 – Primitive G_Client_Server parameter usage 816
Table U.17 – GS_Status for G_Client_Server confirm 817
Table U.18 – Primitive G_Publish parameter usage 819
Table U.19 – GS_Status for G_Publish confirm 820
Table U.20 – Primitive G_Subscribe parameter usage 820
Table U.21 – GS_Status for G_Subscribe confirm 821
Table U.22 – Primitive G_Publish_Timer parameter usage 821
Table U.23 – Primitive G_Subscribe_Timer parameter usage 821
Table U.24 – Primitive G_Publish_Watchdog parameter usage 822
Table U.25 – Primitive G_Bulk_Open parameter usage 823
Table U.26 – GS_Status for G_Bulk_Open confirm 824
Table U.27 – Primitive G_Bulk_Transfer parameter usage 824
Table U.28 – GS_Status for G_Bulk_Transfer confirm 824
Table U.29 – Primitive G_Bulk_Close parameter usage 825

Table U.30 – Primitive G_Alert_Subscription parameter usage 826
Table U.31 – GS_Status for G_Alert_Subscription confirm 827
Table U.32 – Primitive G_Alert_Notification parameter usage 827
Table U.33 – Primitive G_Read_Gateway_Configuration parameter usage 828
Table U.34 – GS_Attribute_Identifier values for G_Read_Gateway_Configuration request 829
Table U.35 – Primitive G_Write_Gateway_Configuration parameter usage 829
Table U.36 – GS_Attribute_Identifier values for G_Write_Gateway_Configuration request 830
Table U.37 – GS_Status for G_Write_Gateway_Configuration confirm 830
Table U.38 – Primitive G_Write_Device_Configuration parameter usage 831
Table U.39 – GS_Status for G_Write_Device_Configuration confirm 832
Table U.40 – Primitive G_Read_Device_Configuration parameter usage 832
Table U.41 – Example of gateway configuration management attributes 852

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

INDUSTRIAL NETWORKS – WIRELESS COMMUNICATION NETWORK AND COMMUNICATION PROFILES – ISA 100.11A

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.

DISCLAIMER
This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 62734 bears the edition number 1.1. It consists of the first edition (2014-10) [documents 65C/778/FDIS and 65C/788/RVD] and its amendment 1 (2019-07) [documents 65C/965/FDIS and 65C/970/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 62734 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

This International Standard is based on ISA 100.11a:2011.

The reader's attention is drawn to the fact that Annex V lists all of the “in-some-country” clauses on differing practices of a less permanent nature relating to the subject of this standard.

This first edition constitutes a technical revision.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication 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.

0 Introduction

0.1 General

This standard provides specifications in accordance with the OSI Basic Reference Model, ISO/IEC 7498–1, (e.g., PhL, DL, etc.), and also provides security and management (including network and device configuration) specifications for wireless devices serving Annex C's usage classes 1 through 5, and potentially class 0, for fixed, portable, and moving devices.

This standard is intended to provide reliable and secure wireless operation for non-critical monitoring, alerting, supervisory control, open loop control, and closed loop control applications. This standard defines a protocol suite, including system management, gateway considerations, and security specifications, for low-data-rate wireless connectivity with fixed, portable, and slowly-moving devices, often operating under severe energy and power constraints. The application focus is the performance needs of process automation monitoring and control where end-to-end communication latencies on the order of at least 100 ms can be tolerated.

To meet the needs of industrial wireless users and operators, the technology specified in this document provides robustness in the presence of interference found in harsh industrial environments or caused by wireless systems not covered by this international standard. As described in Clause 4, this standard addresses coexistence with other wireless devices anticipated in the industrial workspace, such as cell phones and devices based on IEC 62591 (based on WirelessHART™[1]), IEC 62601 (based on WIA-PA), IEEE 802.11 (WiFi), IEEE 802.15, IEEE 802.16 (WiMax), and other relevant standards. Furthermore, this standard supports interoperability of devices compliant with this international standard, as described in Clause 5, in those aspects of operation that are covered by this international standard.

This standard does not define or specify plant infrastructure or its security or performance characteristics. However, it is important that the security of the plant infrastructure be assured by the end user.

0.2 Document structure

This document is organized into clauses focused on unique network functions and protocol suite layers. The clauses describe system, system management, security management, physical layer, data-link layer, network layer, transport layer, application layer, and provisioning. Generic considerations that apply to protocol gateways are also included, though specifications of specific protocol gateways are not. Each clause describes a functionality or protocol layer and dictates the behavior required for proper operation. When a clause describes behaviors related to another function or layer, a reference to the appropriate other clause is supplied for further information.

The mandatory and optional communication protocols defined by this document are referred to as native protocols, while those protocols used by other networks such as legacy fieldbus communication protocols are referred to as foreign protocols.

0.3 Potentially relevant patents

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of multiple patents:

a) concerning elliptic curve (asymmetric) cryptography, given in 7.4.6 and 7.2.2.3;

---

[1] Property of the HART Communication Foundation. This information is given for the convenience of users of the standard and does not constitute an endorsement of the trademark holder or any related products. Compliance to this profile does not require use of the registered trademark. Use of the trademarks requires permission of the trade name holder.

b) concerning synchronizing clocks and assessing link quality, given in 9.1.9.3 and 9.1.15;

c) concerning unspecified subject areas;

d) concerning wireless provisioning, and selection and routing among multiple gateways.

IEC takes no position concerning the evidence, validity and scope of these patent rights.

The holders of these patent rights have assured the IEC that they are willing to negotiate licences either free of charge (free) or under reasonable and non-discriminatory terms and conditions (RAND) with applicants throughout the world. In this respect, the statements of the following holders of those patent rights are registered with IEC.

Information on these patent rights and their licensing may be obtained from:

a)	Certicom Corporation 4701 Tahoe Blvd, Bldg A L4W 0B5 Mississauga, ON CANADA Attn: Patent licensing Licensing terms: presumably RAND Relevant patents: unknown; not stated by patent holder	b)	NIVIS LLC 1000 Circle 75 Pkwy, Suite 300 Atlanta, GA 30339-6051 USA Attn: Patent licensing Licensing terms: RAND Relevant patents: – US 20100027437 – US 20100098204
c)	General Electric 1 Research Cir Schenectady, NY 12309-1027 USA Attn: Patent licensing Licensing terms: presumably RAND, reciprocity Relevant patents: unknown; not stated by patent holder	d)	Yokogawa Electric Corporation 2-9-32 Nakachou, Musashino-shi Tokyo JAPAN Attn: Patent licensing Licensing terms: RAND, reciprocity Relevant patents: – JP 4129749 – US 8005514 – US 8031727 – US 8305927 – US 2009080394
The above patent holders, patents, and licensing terms are those declared to the IEC as relevant to IEC 62734, as of the date of preparation of this text.			

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights other than those identified above. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

ISO (http://www.iso.org/patents) and IEC (http://patents.iec.ch) maintain on-line databases of patents relevant to their standards. Users are encouraged to consult these databases for the most up-to-date information concerning patents.

INDUSTRIAL NETWORKS – WIRELESS COMMUNICATION NETWORK AND COMMUNICATION PROFILES – ISA 100.11A

1 Scope

This International Standard specifies a method of reliable and secure wireless operation for non-critical monitoring, alerting, supervisory control, open loop control, and closed loop control applications. This standard defines a protocol suite, including system management, gateway considerations, and security specifications, for low-data-rate wireless connectivity with fixed, portable, and slowly-moving devices, often operating under severe energy and power constraints. The application focus of this standard is the performance needs of process automation monitoring and control, where end-to-end communication delays on the order of 100 ms can be tolerated.

This standard specifies the following:

- physical layer service definition and protocol specification;
- data-link layer service definition and protocol specification;
- network layer service definition and protocol specification;
- transport layer service definition and protocol specification;
- application layer service definition and protocol specification, including support for protocol tunneling and gateways;
- security and security management;
- provisioning and configuration;
- network management; and
- additive communication role profiles (i.e., one or more can be selected concurrently).

Functionality above the application layer of the OSI Basic Reference Model, such as the so-called User Layer and different profiles for functionality at that layer, is not addressed. However, it is discussed briefly in Annex A.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

NOTE See the Bibliography for non-normative references.

ISO/IEC 646, *Information technology – ISO 7-bit coded character set for information interchange*

ISO/IEC 10731, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Conventions for the definition of OSI services*

ISO/IEC 18033-3, *Information technology – Security techniques – Encryption algorithms – Part 3: Block ciphers*

ISO/IEC 19772, *Information technology – Security techniques – Authenticated encryption*

ANSI X9.63:2011, *Public Key Cryptography for the Financial Services Industry – Key Agreement and Key Transport Using Elliptic Curve Cryptography*

IETF RFC 2460:1998, *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification*

IETF RFC 2464, *Transmission of IPv6 Packets over Ethernet Networks*

IETF RFC 2529, *Transmission of IPv6 over IPv4 Domains without Explicit Tunnels*

IETF RFC 3168, *The Addition of Explicit Congestion Notification (ECN) to IP*

IETF RFC 4213, *Basic Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers*

IETF RFC 4291:2006, *IP Version 6 Addressing Architecture*

IETF RFC 4944, *Transmission of IPv6 Packets over IEEE 802.15.4 Networks*

IETF RFC 6282:2011, *Compression Format for IPv6 Datagrams over IEEE 802.15.4-Based Networks*

IETF RFC 6298, *Computing TCP's Retransmission Timer*

IEEE Std 802.15.4™:2015[2], *IEEE Standard for Low-Rate Wireless Networks*

SEC 1:2009, *Elliptic Curve Cryptography, version 2*, available at http://www.secg.org

SEC 4, *Elliptic Curve Qu-Vanstone Implicit Certificate Scheme (ECQV), version 0.97*, available at http://www.secg.org

[2] Property of IEEE, http://www.ieee.org.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 882
0 Introduction 884
0.1 Généralités 884
0.2 Structure du document 884
0.3 Droits de propriété potentiellement applicables 885
1 Domaine d'application 886
2 Références normatives 886
3 Termes, définitions, abréviations, acronymes et conventions 887
3.1 Termes et définitions 888
3.2 Abréviations et acronymes 917
3.3 Conventions 923
4 Vue d'ensemble 925
4.1 Généralités 925
4.2 Interopérabilité et problèmes associés 926
4.3 Qualité de service 926
4.4 Applicabilité à l'échelle mondiale 927
4.5 Architecture réseau 927
4.6 Caractéristiques de réseau 934
5 Système 943
5.1 Généralités 943
5.2 Appareils 943
5.3 Réseaux 953
5.4 Structure de suite de protocoles 966
5.5 Flot de données 968
5.6 Référence temporelle 979
5.7 Mises à niveau de firmware 980
5.8 Dorsales sans fil et autres infrastructures 981
6 Rôle de gestion de système 981
6.1 Généralités 981
6.2 DMAP 984
6.3 Gestionnaire de système 1011
7 Sécurité 1075
7.1 Généralités 1075
7.2 Services de sécurité 1077
7.3 Sécurité de PDU 1082
7.4 Processus de rattachement 1118
7.5 Etablissement de session 1156
7.6 Mise à jour de clé 1162
7.7 Fonctionnalité du rôle de gestionnaire de sécurité 1170
7.8 Politiques de sécurité 1172
7.9 Fonctions de sécurité disponibles à l'AL 1176
7.10 Collecte des statistiques de sécurité, détection de menaces et rapports 1179
7.11 Fonctionnalité de DSMO 1179
8 Couche physique 1187
8.1 Généralités 1187

8.2 Couche physique par défaut 1188
9 Couche liaison de données 1190
9.1 Généralités 1190
9.2 DDSAP 1273
9.3 Data DPDU et DPDU ACK/NAK 1276
9.4 Base d'informations de gestion de DL 1304
9.5 Méthodes de DLE 1358
9.6 Alertes de DL 1360
10 Couche Réseau 1363
10.1 Généralités 1363
10.2 Vue d'ensemble des fonctionnalités de la NL 1363
10.3 Services de données de NLE 1391
10.4 Objet de gestion de NL 1394
10.5 Formats de NPDU 1404
11 Transport layer (couche transport) 1412
11.1 Généralités 1412
11.2 Modèle de référence de TLE 1412
11.3 Entité de sécurité de transport 1413
11.4 Entité de données de transport 1414
11.5 Codage de TPDU 1419
11.6 Modèle de TL 1421
12 Couche d'application 1432
12.1 Généralités 1432
12.2 Considérations relatives à l'énergie 1433
12.3 Considérations de système de commande hérité 1433
12.4 Vue d'ensemble de la modélisation orientée objet 1434
12.5 Modèle d'objet 1437
12.6 Modèle d'attribut d'objet 1438
12.7 Modèle de méthode 1440
12.8 Modèle d'alerte 1441
12.9 Modèle d'état d'alarme 1441
12.10 Modèle d'état d'événement 1443
12.11 Rapports relatifs à l'alerte 1443
12.12 Modèle d'interaction de communication 1446
12.13 Adressage d'AL 1457
12.14 Objets de gestion 1461
12.15 Objets utilisateurs 1461
12.16 Types de données 1499
12.17 Services d'application fournis par la sous-couche d'application 1506
12.18 Utilisation du flux d'AL relative aux services de couche inférieure 1545
12.19 Gestion d'AL 1546
12.20 Structures de données normalisées de l'industrie de contrôle de processus 1565
12.21 Tables complémentaires 1568
12.22 Codage 1569
12.23 Syntaxe 1595
12.24 Exemples de codage détaillés (informative) 1606
13 Configuration 1607
13.1 Généralités 1607

13.2 Termes et définitions pour les appareils ayant divers rôles ou états 1608
13.3 Procédures de configuration 1610
13.4 Clés symétriques préinstallées 1610
13.5 Configuration utilisant des mécanismes hors bande 1611
13.6 Réseaux de configuration 1611
13.7 Diagrammes de transition d'état 1614
13.8 Objets de protocole d'application de gestion d'appareil utilisés au cours de la configuration 1622
13.9 Objets de gestion 1626
13.10 Objet service de configuration d'appareil 1633
13.11 Fonctions de configuration (informative) 1641
Annexe A (informative) Couche d'utilisateur/profils d'application 1645
Annexe B (normative) Profils de rôles de communications 1647
Annexe C (informative) Informations de référence 1659
Annexe D (normative) Valeurs de configuration par défaut 1667
Annexe E (informative) Utilisation de réseaux dorsaux 1673
Annexe F (normative) Concepts de sécurité de base – Notation et représentation 1676
Annexe G (informative) Utilisation de chaînes de certificats pour la configuration par liaison radio 1677
Annexe H (normative) Blocs modules de base de sécurité 1678
Annexe I (informative) Modèles de définition 1688
Annexe J (informative) Opérations sur les attributs 1693
Annexe K (normative) Types d'objets normalisés 1698
Annexe L (informative) Types de données normalisés 1703
Annexe M (normative) Identification de protocoles de bus de terrain hérités et tunnellisés 1705
Annexe N (informative) Tunnellisation et mapping d'objets natifs 1706
Annexe O (informative) Conversion de protocoles générique 1709
Annexe P (informative) Adaptations exemplaires du GIAP pour la présente norme 1716
Annexe Q (informative) Adaptations exemplaires du GIAP pour l'IEC 62591 1721
Annexe R (informative) Interface système hôte aux appareils conformes à la norme via une passerelle 1731
Annexe S (informative) Vecteurs d'essai de fonctionnement de clés symétriques 1738
Annexe T (informative) En-têtes de liaison de données et de réseau pour des demandes de rattachement 1741
Annexe U (informative) Rôle de la passerelle 1743
Annexe V (informative) Conformité avec ETSI EN 300 328 v2.1.1 1822
Bibliographie 1826

Figure 1 – Réseau conforme à la norme 930
Figure 2 – PDU typique à une seule couche sans fragmentation ni groupage 931
Figure 3 – Structure de PDU complète à plusieurs couches utilisée par la présente norme 931
Figure 4 – Appareils physiques versus rôles 947
Figure 5 – Représentation hypothétique des phases d'un appareil 952
Figure 6 – Topologie en étoile simple 955

Figure 7 – Topologie concentrateur-rayons simple 956
Figure 8 – Topologie maillée 957
Figure 9 – Topologie en étoile-maillée simple 958
Figure 10 – Exemple où le réseau et le sous-réseau D se chevauchent 960
Figure 11 – Exemple où le réseau et le sous-réseau D diffèrent 961
Figure 12 – Réseau avec plusieurs passerelles 962
Figure 13 – Réseau de base avec passerelle de secours 964
Figure 14 – Réseau avec dorsale 965
Figure 15 – Réseau avec dorsale – Rôles des appareils 966
Figure 16 – Modèle de référence utilisé par la présente norme 967
Figure 17 – Flot de données de base 969
Figure 18 – Flot de données entre appareils E/S 971
Figure 19 – Flot de données avec appareil E/S hérité 973
Figure 20 – Flot de données avec appareil résidant sur la dorsale 975
Figure 21 – Flot de données entre appareils E/S par un sous-réseau dorsal 977
Figure 22 – Flux de données à destination d'un système de commande compatible avec la norme 979
Figure 23 – Architecture de gestion 982
Figure 24 – DMAP 985
Figure 25 – Exemple de flux de SAP de gestion à travers une suite de protocoles normalisée 987
Figure 26 – Concept de l'architecture de gestionnaire de système 1012
Figure 27 – Interaction UAP-gestionnaire de système au cours de l'établissement d'un contrat 1037
Figure 28 – Interaction, relative à un contrat, entre DMO et SCO 1041
Figure 29 – Source, destination et appareils intermédiaires du contrat 1055
Figure 30 – Exemple d'établissement de contrat 1065
Figure 31 – Utilisation de l'ID de contrat dans la source 1067
Figure 32 – Résiliation de contrat 1071
Figure 33 – Modification de contrat avec effet immédiat 1073
Figure 34 – Exemples de portée de DPDU et de TPDU 1077
Figure 35 – Clés et durées de vie associées 1079
Figure 36 – Durées de vie des clés 1081
Figure 37 – Structure de DPDU 1084
Figure 38 – DLE et traitement de DLS pour un initiateur de transaction D 1086
Figure 39 – DPDU reçues – DLE et DSC 1088
Figure 40 – Structure de TPDU et couverture protégée 1101
Figure 41 – Paramètres de TMIC 1102
Figure 42 – Interaction de la TL et du TSC, TPDU sortante 1104
Figure 43 – Interaction de la TL et du TSC, TPDU entrante 1105
Figure 44 – Exemple: Vue d'ensemble du processus de rattachement à clés symétriques 1124
Figure 45 – Exemple: Vue d'ensemble du processus de rattachement à clés symétriques d'appareil dorsal 1125
Figure 46 – Plan d'agrément de clé à clés asymétriques 1137

Figure 47 – Exemple: Vue d'ensemble du processus de rattachement à clés asymétriques pour un appareil avec une DL 1141
Figure 48 – Exemple: Vue d'ensemble du processus de rattachement à clés asymétriques d'un appareil dorsal 1143
Figure 49 – Transitions d'états d'appareil pour processus de rattachement et durée de vie d'appareil 1156
Figure 50 – Exemple de haut niveau d'établissement de session 1157
Figure 51 – Vue d'ensemble du protocole de mise à jour de clé 1163
Figure 52 – Etablissement de clé d'appareil et transition d'états de mise à jour de clé 1170
Figure 53 – Suite de protocoles de DL et structure de PhPDU/DPDU 1192
Figure 54 – Exemple de routage par graphe 1195
Figure 55 – Graphes entrants et sortants 1198
Figure 56 – Saut de voie discrétisé 1202
Figure 57 – Saut de voie lent 1203
Figure 58 – Fonctionnement hybride 1204
Figure 59 – Utilisation du spectre radio 1205
Figure 60 – Modèle prédéfini de saut de voie 1 1208
Figure 61 – Deux groupes de DLE avec différents décalages de modèle de saut de voie 1208
Figure 62 – Pattern1 entrelacé de saut de voie avec seize différents décalages de modèle de saut de voie 1209
Figure 63 – Exemple d'allocation d'intervalles de temps pour le saut de voie discrétisé 1211
Figure 64 – Exemple d'allocation d'intervalles de temps pour le saut de voie lent 1211
Figure 65 – Mode hybride avec saut de voie discrétisé et saut de voie lent 1212
Figure 66 – Combinaison de saut de voie lent et de saut de voie discrétisé 1213
Figure 67 – Exemple de supertrame à trois intervalles de temps et comment elle se répète 1214
Figure 68 – Supertrames et liaisons 1214
Figure 69 – Plusieurs supertrames avec intervalles de temps alignés 1215
Figure 70 – Exemple de supertrame pour saut de voie discrétisé 1220
Figure 71 – Exemple de supertrame pour saut de voie lent 1221
Figure 72 – Composantes d'une supertrame de saut de voie lent 1221
Figure 73 – Exemple de configuration pour éviter les collisions entre routeurs 1222
Figure 74 – Configuration hybride 1223
Figure 75 – Allocation d'intervalles et file d'attente de messages 1226
Figure 76 – Intervalles d'alignement de 250 ms 1229
Figure 77 – Durées d'intervalle de temps et temporisation 1230
Figure 78 – La source d'horloge acquitte la réception d'une DPDU Data 1236
Figure 79 – Attributs de temporisation de transaction 1239
Figure 80 – Intervalles de temps de transaction dédiés et partagés 1240
Figure 81 – Transaction en monodiffusion 1242
Figure 82 – Temps d'attente de PDU (PWT) 1245
Figure 83 – Prise en charge de duodiffusion dans la norme 1247
Figure 84 – Transaction en duodiffusion 1248
Figure 85 – Intervalles de temps partagés avec CSMA/CA active 1250

Figure 86 – Transaction au cours des périodes de saut de voie lent 1251
Figure 87 – Flux de SAP de gestion de DL à travers une suite normalisée de protocoles 1255
Figure 88 – Structure de PhPDU et de DPDU 1277
Figure 89 – Disposition type des DPDU ACK/NAK 1286
Figure 90 – Relation entre attributs indexés de DLMO 1325
Figure 91 – Processus de conversion d'adresses 1367
Figure 92 – Processus de fragmentation 1369
Figure 93 – Processus de réassemblage 1371
Figure 94 – Traitement d'une NSDU reçue en provenance d'une TLE 1374
Figure 95 – Traitement d'une NPDU reçue 1376
Figure 96 – Traitement d'une NPDU reçue par une NLE en provenance de la dorsale 1377
Figure 97 – Livraison d'une NPDU reçue à sa NLE de destination finale 1378
Figure 98 – Routage allant d'un appareil de terrain directement jusqu'à une passerelle connectée de champ sans routage dorsal 1379
Figure 99 – Diagramme de suites de protocoles pour le routage allant d'un appareil de terrain directement vers une passerelle connectée de terrain sans routage dorsal 1381
Figure 100 – Routage d'une NPDU allant d'un appareil de terrain vers une passerelle en passant par un routeur dorsal 1382
Figure 101 – Diagramme de suites de protocoles pour acheminer une APDU à partir d'un appareil de terrain vers une passerelle en passant par un routeur dorsal 1384
Figure 102 – Routage allant d'un appareil de terrain sur un sous-réseau D vers un autre appareil de terrain sur un sous-réseau D différent 1386
Figure 103 – Diagramme de suites de protocoles pour le routage allant d'un appareil E/S sur un sous-réseau D vers un autre appareil E/S sur un sous-réseau D différent 1388
Figure 104 – Exemple de routage sur un réseau dorsal Ethernet 1390
Figure 105 – Exemple de routage sur un réseau dorsal de bus de terrain 1391
Figure 106 – Distinction entre les formats d'en-tête de NPDU 1405
Figure 107 – Modèle de référence de TLE 1413
Figure 108 – Pseudo-en-tête UDP pour l'IPv6 1415
Figure 109 – Structure de TPDU 1420
Figure 110 – Objets d'application utilisateur dans un UAP 1436
Figure 111 – Modèle d'états pour alarme 1442
Figure 112 – Modèle d'événement 1443
Figure 113 – Exemple réussi de plusieurs demandes en cours avec concaténation des réponses 1448
Figure 114 – Exemple de plusieurs demandes sans ordre en cours avec deuxième demande d'écriture initialement infructueuse 1450
Figure 115 – Exemple de plusieurs demandes ordonnées en cours avec deuxième demande d'écriture initialement infructueuse 1451
Figure 116 – Exemple 1 de fenêtre d'envoi avec fenêtre d'envoi courante plus petite que la fenêtre d'envoi maximale 1454
Figure 117 – Exemple 2 de fenêtre d'envoi avec fenêtre d'envoi courante de la même taille que la fenêtre d'envoi maximale et largeur de fenêtre d'envoi utilisable non nulle 1454
Figure 118 – Exemple 3 de fenêtre d'envoi, avec fenêtre d'envoi courante de la même taille que la fenêtre d'envoi maximale et largeur de fenêtre d'envoi utilisable de zéro 1455
Figure 119 – Modèle d'adressage général 1458

Figure 120 – Diagramme d'états de l'objet de gestion d'UAP 1465
Figure 121 – Diagramme d'états de réception de rapports d'alertes 1468
Figure 122 – Exemple de rapports d'alerte 1468
Figure 123 – Diagramme d'états de téléchargement descendant d'un objet UploadDownload 1486
Figure 124 – Diagramme d'états de téléchargement montant d'un objet UploadDownload 1487
Figure 125 – Séquence de publication de primitives de service 1509
Figure 126 – Modèle de client/serveur, interactions à deux parties 1515
Figure 127 – Modèle de client/serveur interactions à quatre parties: Livraison réussie 1515
Figure 128 – Modèle de client/serveur interactions à quatre parties: Echec de livraison de demande 1516
Figure 129 – Modèle de client/serveur interactions à quatre parties: Echec de livraison de réponse 1517
Figure 130 – AlertReport et AlertAcknowledge, livraison réussie 1532
Figure 131 – AlertReport, échec de livraison 1533
Figure 132 – AlertReport, échec d'acquittement 1534
Figure 133 – Réponse concaténée pour plusieurs demandes d'écriture en cours (pas de perte de message) 1541
Figure 134 – Gestion et traitement des APDU mal formées reçues en provenance de l'appareil X 1548
Figure 135 – Le réseau de configuration 1612
Figure 136 – Diagramme de transition d'états montrant les grandes lignes des étapes de configuration au cours du cycle de vie d'un appareil 1617
Figure 137 – Diagramme de transitions d'états montrant divers chemins pour rejoindre un réseau sécurisé 1621
Figure 138 – Objets de configuration et interactions 1624
Figure C.1 – Modèle de référence de base de l'OSI 1663
Figure O.1 – Diagramme d'édition de conversion de protocoles générique 1710
Figure O.2 – Diagramme d'abonnement de conversion de protocoles générique 1711
Figure O.3 – Diagramme d'émission client/serveur de conversion de protocoles générique 1713
Figure O.4 – Diagramme de réception client/serveur de conversion de protocoles générique 1714
Figure R.1 – Modèle de référence d'intégration de système hôte 1731
Figure R.2 – Configuration utilisant une définition d'appareil électronique 1734
Figure R.3 – Configuration utilisant l'approche FDT/DTM 1734
Figure U.1 – Scénarios de passerelles 1746
Figure U.2 – Modèle de passerelle de base 1747
Figure U.3 – Séquence interne de primitives pour interface de session 1753
Figure U.4 – Séquence interne de primitives pour interface de gestion de locations 1753
Figure U.5 – Séquence interne de primitives pour interface de rapport système 1754
Figure U.6 – Séquence interne de primitives pour interface de session 1755
Figure U.7 – Séquence interne de primitives pour interface client/serveur initiée d'une passerelle à un appareil adaptateur 1756
Figure U.8 – Séquence interne de primitives pour interface Publish initiée d'une passerelle à un appareil adaptateur 1756

Figure U.9 – Séquence interne de primitives pour interface Subscribe initiée à partir d'un appareil adaptateur 1757
Figure U.10 – Séquence interne de primitives pour temporisateur d'éditeur initié d'une passerelle à un appareil adaptateur 1757
Figure U.11 – Séquence interne de primitives pour temporisateurs d'abonné initiée à partir d'un appareil adaptateur 1758
Figure U.12 – Séquence interne de primitives pour interface de transfert en masse 1758
Figure U.13 – Séquence interne de primitives pour interface d'abonnement d'alertes 1759
Figure U.14 – Séquence interne de primitives pour interface de notification d'alertes 1759
Figure U.15 – Séquence interne de primitives pour interface de gestion de passerelle 1760
Figure U.16 – Modèle d'objet tunnel 1799
Figure U.17 – Points d'extrémité de tunnels distribués 1800
Figure U.18 – Messagerie en multidiffusion, en diffusion et "un à plusieurs" 1801
Figure U.19 – Placement en tampon des objets tunnel 1802
Figure U.20 – Organigramme de CoSt d'éditeur de P/S 1805
Figure U.21 – Organigramme de mises à jour périodiques d'éditeur de P/S 1806
Figure U.22 – Organigramme de mises à jour périodiques et de CoSt communes d'abonné P/S 1807
Figure U.23 – Mappings d'adresses réseau 1808
Figure U.24 – Utilisation de Connection_Info dans la conversion de protocoles 1809
Figure U.25 – Utilisation de Transaction_Info dans la conversion de protocoles 1810
Figure U.26 – Vue d'ensemble d'un mécanisme de tunnellisation interopérable 1811
Figure U.27 – Modèle de transfert en masse 1814
Figure U.28 – Modèle d'alerte 1816
Figure U.29 – Cascades d'alertes 1817
Figure U.30 – Accès P/S et client/serveur natif 1818

Tableau 1 – Types d'objets de gestion normalisés dans le DMAP 985
Tableau 2 – Structure de données Metadata_attribute 989
Tableau 3 – Types d'alertes pour la catégorie diagnostics de communication 990
Tableau 4 – Types d'alertes pour la catégorie d'alertes de sécurité 990
Tableau 5 – Types d'alertes pour la catégorie d'alertes de diagnostics d'appareil 990
Tableau 6 – Types d'alertes pour la catégorie d'alertes de processus 991
Tableau 7 – Attributs ARMO *(1 de 4)* 992
Tableau 8 – Alertes de l'ARMO 996
Tableau 9 – Méthode Alarm_Recovery 997
Tableau 10 – Attributs du DMO *(1 de 9)* 1000
Tableau 11 – Alertes de DMO 1009
Tableau 12 – Types des objets de gestion de système 1013
Tableau 13 – Attributs du DSO 1016
Tableau 14 – Structure de données Address_Translation_Row 1016
Tableau 15 – Méthode Read_Address_Row 1017
Tableau 16 – Utilisation des arguments d'entrée pour la méthode Read_Address_Row 1018
Tableau 17 – Utilisation des arguments de sortie pour la méthode Read_Address_Row 1018

Tableau 18 – Attributs de SMO dans le gestionnaire de système 1021
Tableau 19 – Méthode Proxy_System_Manager_Join 1023
Tableau 20 – Méthode Proxy_System_Manager_Contract 1025
Tableau 21 – Effet des différentes commandes de rattachement sur des ensembles d'attributs 1027
Tableau 22 – Attributs du DMSO dans le gestionnaire de système 1028
Tableau 23 – Méthode System_Manager_Join 1028
Tableau 24 – Méthode System_Manager_Contract 1030
Tableau 25 – Attributs du STSO dans le gestionnaire de système 1035
Tableau 26 – Attributs du SCO dans le gestionnaire de système 1039
Tableau 27 – Méthode du SCO pour l'établissement, la modification ou le renouvellement de contrat *(1 de 9)* 1044
Tableau 28 – Utilisation des arguments d'entrée pour la méthode du SCO pour l'établissement, la modification ou le renouvellement de contrat 1053
Tableau 29 – Utilisation des arguments de sortie pour la méthode du SCO pour l'établissement, la modification ou le renouvellement de contrat 1054
Tableau 30 – Structure de données Contract_Data *(1 de 3)* 1057
Tableau 30 *(2 de 3)* 1058
Tableau 31 – Structure de données New_Device_Contract_Response *(1 de 2)* 1061
Tableau 32 – Méthode du SCO pour la résiliation, la désactivation et la réactivation de contrat 1069
Tableau 33 – Méthode du DMO pour résilier un contrat 1069
Tableau 34 – Méthode du DMO pour modifier un contrat 1072
Tableau 35 – Niveaux de sécurité 1082
Tableau 36 – Structure du champ contrôle de sécurité 1082
Tableau 37 – Eléments de la Sec.DpduPrep.Request 1089
Tableau 38 – Eléments de Sec.DpduPrep.Response 1090
Tableau 39 – Eléments de Sec.DAckCheck.Request 1091
Tableau 40 – Eléments de Sec.DAckCheck.Response 1092
Tableau 41 – Eléments de Sec.DInitialCheck.Request 1093
Tableau 42 – Eléments de Sec.DInitialCheck.Response 1094
Tableau 43 – Eléments de Sec.DAckPrep.Request 1094
Tableau 44 – Eléments de Sec.DAckPrep.Response 1095
Tableau 45 – Structure du nonce de DPDU WISN 1096
Tableau 46 – Structure du temps TAI tronqué de 32 bits utilisé dans le nonce D- 1097
Tableau 47 – Structure du pseudo-en-tête de TSC 1103
Tableau 48 – Eléments de Sec.TpduOutCheck.Request 1106
Tableau 49 – Eléments de Sec.TpduOutCheck.Response 1106
Tableau 50 – Eléments de Sec.TpduSecure.Request 1107
Tableau 51 – Eléments Sec. TpduSecure.Response 1109
Tableau 52 – Eléments de Sec.TpduInCheck.Request 1110
Tableau 53 – Eléments de Sec.TpduInCheck.Response 1110
Tableau 54 – Eléments de Sec.TpduVerify.Request 1111
Tableau 55 – Eléments de Sec.TpduVerify.Response 1112
Tableau 56 – Structure de l'en-tête de sécurité de TL 1113

Tableau 57 – Structure du nonce de TPDU 1114
Tableau 58 – Structure du temps TAI nominal tronqué de 32 bits utilisé dans le nonce T 1114
Tableau 59 – Méthode Proxy_Security_Sym_Join 1127
Tableau 60 – Méthode Security_Sym_Join 1129
Tableau 61 – Méthode Security_Confirm 1130
Tableau 62 – Structure de données Security_Sym_Join_Request 1130
Tableau 63 – Structure de données Security_Sym_Join_Response 1132
Tableau 64 – Structure du champ niveau de sécurité compressé 1133
Tableau 65 – Niveau de sécurité de clé principale 1134
Tableau 66 – Structure de données Security_Sym_Confirm 1134
Tableau 67 – Format de certificat implicite 1136
Tableau 68 – Structure d'Usage_serial_number 1136
Tableau 69 – Méthode Proxy_Security_Pub_Join 1145
Tableau 70 – Méthode Security_Pub_Join 1146
Tableau 71 – Méthode Proxy_Security_Pub_Confirm 1147
Tableau 72 – Méthode Security_Pub_Confirm 1148
Tableau 73 – Méthode Network_Information_Confirmation 1149
Tableau 74 – Format de la structure interne de la demande de rattachement asymétrique 1150
Tableau 75 – Format du champ commande de protocole 1150
Tableau 76 – Format de la structure interne de la réponse de rattachement asymétrique 1151
Tableau 77 – Format de la première structure interne de la confirmation de rattachement 1152
Tableau 78 – Format de la structure interne de la réponse de confirmation de rattachement 1153
Tableau 79 – Diagramme d'états du processus de rattachement et de la durée de vie d'appareil 1155
Tableau 80 – Méthode Security_New_Session 1159
Tableau 81 – Structure de données Security_New_Session_Request 1160
Tableau 82 – Structure de données Security_New_Session_Response 1161
Tableau 83 – Méthode New_Key 1164
Tableau 84 – Structure de données Security_Key_and_Policies 1165
Tableau 85 – Structure de données Security_Key_Update_Status 1167
Tableau 86 – Transition d'états de clé T et de clé D 1169
Tableau 87 – Attributs du PSMO dans le gestionnaire de système 1171
Tableau 88 – Structure de champ "policy" 1173
Tableau 89 – Key_Type 1174
Tableau 90 – Key_Usage 1174
Tableau 91 – Granularité 1174
Tableau 92 – Attributs du DSMO 1180
Tableau 93 – KeyDescriptor 1182
Tableau 94 – Champs T-keyLookupData OctetString 1183
Tableau 95 – Méthode Delete_key 1184

Tableau 96 – Méthode Key_Policy_Update 1185
Tableau 97 – Alertes de DSMO 1187
Tableau 98 – Exigences relatives à la temporisation 1188
Tableau 99 – Table de graphes sur ND20 1196
Tableau 100 – Table de graphes sur ND21 1196
Tableau 101 – Approximation de la temporisation nominale avec une horloge de 32 kHz 1231
Tableau 102 – Structure de DL_Config_Info 1264
Tableau 103 – CountryCode 1271
Tableau 104 – Paramètres DD-Data.request 1274
Tableau 105 – Paramètres DD-Data.confirm 1275
Tableau 106 – Jeu de valeurs pour le paramètre "status" 1275
Tableau 107 – Paramètres DD-Data.indication 1276
Tableau 108 – ExtDLUint, variante à un seul octet 1279
Tableau 109 – ExtDLUint, variante à deux octets 1279
Tableau 110 – MHR de DPDU Data 1280
Tableau 111 – DHDR de DPDU Data 1281
Tableau 112 – DMXHR de DPDU Data 1282
Tableau 113 – Structure de DROUT, variante compressée 1283
Tableau 114 – Structure de DROUT, variante non compressée 1284
Tableau 115 – Structure de DADDR 1285
Tableau 116 – MHR de DPDU ACK/NAK 1287
Tableau 117 – DHR de DPDU ACK/NAK 1288
Tableau 118 – DHDR d'une DPDU ACK/NAK 1289
Tableau 119 – Structure du DAUX d'annonce 1290
Tableau 120 – Eléments de sélections d'annonce 1291
Tableau 121 – Sélections d'annonces 1291
Tableau 122 – Eléments de synchronisation du temps d'annonce 1292
Tableau 123 – Structure de synchronisation du temps d'annonce 1292
Tableau 124 – Sous-champs d'informations de supertrame de rattachement 1293
Tableau 125 – Structure d'informations de supertrame de rattachement 1294
Tableau 126 – Supertrame dérivée de l'annonce 1294
Tableau 127 – Eléments d'informations de rattachement 1295
Tableau 128 – Structure d'informations de rattachement 1295
Tableau 129 – Valeurs par défaut pour les liaisons créées à partir d'annonces 1297
Tableau 130 – Entrée de dlmo.Neighbor créée à partir d'annonces 1297
Tableau 131 – Entrée de dlmo.Graph créée à partir d'annonces 1298
Tableau 132 – Entrée de dlmo.Route créée à partir d'annonces 1298
Tableau 133 – Sous-champs de l'en-tête de sollicitation 1301
Tableau 134 – Structure de l'en-tête de sollicitation 1301
Tableau 135 – Champs du DAUX de sollicitation 1301
Tableau 136 – Structure du DAUX de sollicitation 1302
Tableau 137 – Champs de DAUX d'activation de liaison 1303

Tableau 138 – Structure de DAUX d'activation de liaison 1304
Tableau 139 – Champs du DAUX de rapport de qualité de signal reçu 1304
Tableau 140 – Structure du DAUX de rapport de qualité de signal reçu 1304
Tableau 141 – Attributs du DLMO *(1 de 7)* 1305
Tableau 142 – Octets de filtre de sous-réseau D 1314
Tableau 143 – Champs de l'OctetString dlmo.TaiAdjust 1315
Tableau 144 – Structure de l'OctetString dlmo.TaiAdjust 1315
Tableau 145 – Champs de l'OctetString dlmo.EnergyDesign 1316
Tableau 146 – Structure de l'OctetString dlmo.EnergyDesign 1316
Tableau 147 – Champs de l'OctetString dlmo.DeviceCapability 1317
Tableau 148 – Structure de l'OctetString dlmo.DeviceCapability 1317
Tableau 149 – Champs de dlmo.DiscoveryAlert 1319
Tableau 150 – Structure de dlmo.DiscoveryAlert 1320
Tableau 151 – Champs de l'OctetString dlmo.Candidates 1321
Tableau 152 – Structure de dlmo.Candidates 1321
Tableau 153 – Champs de l'OctetString dlmo.SmoothFactors 1322
Tableau 154 – Structure de dlmo.SmoothFactors 1322
Tableau 155 – Champs de dlmo.QueuePriority 1323
Tableau 156 – Structure de dlmo.QueuePriority 1323
Tableau 157 – Champs de dlmo.ChannelDiag 1324
Tableau 158 – Structure de dlmo.ChannelDiag 1325
Tableau 159 – Champs de dlmo.Ch 1327
Tableau 160 – Structure de dlmo.Ch 1327
Tableau 161 – Champs du modèle de récepteur de transaction 1330
Tableau 162 – Structure du modèle de récepteur de transaction 1330
Tableau 163 – Champs du modèle d'initiateur de transaction 1331
Tableau 164 – Structure du modèle d'initiateur de transaction 1332
Tableau 165 – Modèle de répondeur de transaction par défaut, utilisé au cours du processus de rattachement 1332
Tableau 166 – Modèle d'initiateur de transaction par défaut, utilisé au cours du processus de rattachement 1333
Tableau 167 – Modèle de répondeur de transaction par défaut, utilisé au cours du processus de rattachement 1333
Tableau 168 – Champs de dlmo.Neighbor 1336
Tableau 169 – Structure de dlmo.Neighbor 1337
Tableau 170 – Champs de ExtendGraph 1338
Tableau 171 – Structure de ExtGraph 1339
Tableau 172 – Champs de dlmo.NeighborDiagReset 1339
Tableau 173– Structure de dlmo.NeighborDiagReset 1339
Tableau 174 – Champs de dlmo.Superframe 1341
Tableau 175 – Structure de dlmo.Superframe 1342
Tableau 176 – Champs de dlmo.SuperframeIdle 1346
Tableau 177 – Structure de dlmo.SuperframeIdle 1346
Tableau 178 – dlmo.Graph 1347

Tableau 179 – Structure de dlmo.Graph 1348
Tableau 180 – Champs de dlmo.Link 1349
Tableau 181 – Structure de dlmo.Link 1349
Tableau 182 – Structure de dlmo.Link[ ].Type 1351
Tableau 183 – Combinaisons autorisées de dlmo.Link[ ].Type 1352
Tableau 184 – Valeurs pour dlmo.Link[ ].Schedule 1353
Tableau 185 – Champs de dlmo.Route 1354
Tableau 186 – Structure de dlmo.Route 1354
Tableau 187 – Champs de dlmo.NeighborDiag 1356
Tableau 188 – Champs de l'OctetString "Summary" de diagnostic 1356
Tableau 189 – Structure de l'OctetString "Summary" de diagnostic 1356
Tableau 190 – Champs de l'OctetString ClockDetail de diagnostic 1357
Tableau 191 – Structure de l'OctetString ClockDetail de diagnostic 1357
Tableau 192 – Méthode Read_Row 1358
Tableau 193 – Méthode Write_Row 1359
Tableau 194 – Méthode Write_Row_Now 1360
Tableau 195 – Champs de dlmo.AlertPolicy 1361
Tableau 196 – Structure de l'OctetString dlmo.AlertPolicy 1361
Tableau 197 – Alerte DL_Connectivity 1362
Tableau 198 – OctetString d'alerte DL_Connectivity 1362
Tableau 199 – Alerte NeighborDiscovery 1363
Tableau 200 – Structure d'adresse locale à une liaison 1364
Tableau 201 – Table de conversion d'adresses (ATT) 1365
Tableau 202 – Exemple de table de routage 1372
Tableau 203 – Eléments pour la primitive N-Data.request 1392
Tableau 204 – Eléments pour la primitive N-Data.confirm 1393
Tableau 205 – Eléments pour la primitive N-Data.indication 1394
Tableau 206 – Attributs de NLMO *(1 de 4)* 1395
Tableau 207 – Structure de la table de contrat 1399
Tableau 208 – Eléments pour la table de routage 1400
Tableau 209 – Structure de la table de conversion d'adresse 1400
Tableau 210 – Méthodes de manipulation des MIB structurées du NLMO 1402
Tableau 211 – Alerte pour indiquer une PDU abandonnée/erreur de PDU 1403
Tableau 212 – Profils d'en-tête communs 1405
Tableau 213 – Format d'en-tête de NL de base 1406
Tableau 214 – Format d'en-tête de NL activé par contrat 1407
Tableau 215 – Format de codage de 6LoWPAN_IPHC 1408
Tableau 216 – Format d'en-tête de NL IPv6 1409
Tableau 217 – En-tête de NL complet dans la DL 1410
Tableau 218 – Format d'en-tête de NL pour les NPDU fragmentées 1411
Tableau 219 – Format d'en-tête du premier fragment 1411
Tableau 220 – Format d'en-têtes du second fragment et des fragments suivants 1411
Tableau 221 – Codage d'en-tête UDP 1416

Tableau 222 – Octet de codage 6LoWPAN_NHC-for-UDP 1420
Tableau 223 –Codage optimal d'en-tête UDP 1421
Tableau 224 – Codage d'en-tête UDP avec somme de contrôle et numéros de port compressés 1421
Tableau 225 – Eléments pour la primitive T-DATA.request 1423
Tableau 226 – Eléments pour la primitive T-DATA.confirm 1424
Tableau 227 – Codes de statut de la primitive T-Data.confirm 1424
Tableau 228 – Eléments pour la primitive T-Data.indication. 1425
Tableau 229 – Attributs de TLMO *(1 de 2)* 1426
Tableau 230 – Méthodes de l'objet de gestion de TL – Reset 1428
Tableau 231 – Méthodes de l'objet de gestion de TL – Halt 1429
Tableau 232 – Méthodes de l'objet de gestion de TL – PortRangeInfo 1429
Tableau 233 – Méthodes de l'objet de gestion de TL – GetPortInfo 1430
Tableau 234 – Méthodes de l'objet de gestion de TL – GetNextPortInfo 1431
Tableau 235 – Types d'alertes de l'objet de gestion de TL – Utilisation illégitime de port 1431
Tableau 236 – Types d'alertes de l'objet de gestion de TL – TPDU reçue sur un port non enregistré 1432
Tableau 237 – Types d'alertes de l'objet de gestion de TL – La TPDU ne concorde pas aux politiques de sécurité 1432
Tableau 238 – Table d'états pour des transitions d'alarme 1442
Tableau 239 – Table d'états pour des transitions d'événement 1443
Tableau 240 – Attributs d'objet de gestion d'UAP *(1 de 2)* 1463
Tableau 241 – Table d'états pour l'objet de gestion d'UAP 1465
Tableau 242 – Méthodes d'objet de gestion d'UAP 1466
Tableau 243 – Attributs d'objet récepteur d'alerte 1467
Tableau 244 – Table d'états pour traiter une réception d'AlertReport 1467
Tableau 245 – Méthodes d'objet AlertReceiving 1469
Tableau 246 – Attributs d'objet UploadDownload *(1 de 4)* 1470
Tableau 247 – Méthodes d'objet UploadDownload 1475
Tableau 248 – Méthode StartDownload de l'objet UploadDownload 1476
Tableau 249 – Méthode DownloadData de l'objet UploadDownload 1477
Tableau 250 – Méthode EndDownload de l'objet UploadDownload 1479
Tableau 251 – Méthode StartUpload de l'objet UploadDownload 1480
Tableau 252 – Méthode UploadData de l'objet UploadDownload 1481
Tableau 253 – Méthode EndUpload de l'objet UploadDownload 1482
Tableau 254 – Table d'états du téléchargement descendant pour le mode de fonctionnement en monodiffusion *(1 de 2)* 1484
Tableau 255 – Table d'états du téléchargement montant pour le mode de fonctionnement en monodiffusion *(1 de 2)* 1488
Tableau 256 – Attributs d'objet Concentrator *(1 de 2)* 1491
Tableau 257 – Méthodes d'objet Concentrator 1492
Tableau 258 – Attributs d'objet Dispersion *(1 de 2)* 1493
Tableau 259 – Méthodes d'objet Dispersion 1494
Tableau 260 – Attributs d'objet Tunnel *(1 de 3)* 1495

Tableau 261 – Méthodes d'objet Tunnel 1498
Tableau 262 – Attributs d'objet d'interface 1499
Tableau 263 – Méthodes d'objet d'interface 1499
Tableau 264 – Type de données: ObjectAttributeIndexAndSize 1500
Tableau 265 – Type de données: Communication association endpoint (point d'extrémité d'association de communication) *(1 de 2)* 1501
Tableau 266 – Type de données: Données de contrat de communication 1503
Tableau 267 – Type de données: Point d'extrémité de communication d'alertes 1504
Tableau 268 – Type de données: Point d'extrémité de tunnel 1504
Tableau 269 – Type de données: Alert report descriptor (descripteur de rapports d'alertes) 1505
Tableau 270 – Type de données: Descripteur de rapports d'alarmes de contrôle de processus pour analogique avec une seule condition de référence 1505
Tableau 271 – Type de données: ObjectIDandType 1506
Tableau 272 – Type de données: Correspondant non programmé 1506
Tableau 273 – Services d'AL 1507
Tableau 274 – Service Publish 1511
Tableau 275 – Service de lecture 1520
Tableau 276 – Service d'écriture 1524
Tableau 277 – Service Execute 1528
Tableau 278 – Service AlertReport 1535
Tableau 279 – Service AlertAcknowledge 1538
Tableau 280 – Service Tunnel 1542
Tableau 281 – Caractéristiques des flux d'application 1545
Tableau 282 – Mapping de primitives de service d'AL à des primitives de service de TL 1546
Tableau 283 – Attributs d'ASLMO *(1 de 2)* 1549
Tableau 284 – Méthodes de l'objet de gestion de sous-couche d'application 1550
Tableau 285 – Méthode Reset 1551
Tableau 286 – Alertes d'ASLMO 1552
Tableau 287 – Attributs de l'objet d'entrée analogique 1555
Tableau 288 – Méthodes de l'objet d'entrée analogique 1556
Tableau 289 – Alertes d'entrée analogique 1557
Tableau 290 – Attributs de sortie analogique *(1 de 2)* 1558
Tableau 291 – Méthodes de l'objet de sortie analogique 1559
Tableau 292 – Alertes de sortie analogique 1560
Tableau 293 – Attributs de l'objet d'entrée binaire 1561
Tableau 294 – Méthodes de l'objet d'entrée binaire 1562
Tableau 295 – Alertes d'entrée binaire 1562
Tableau 296 – Attributs de sortie binaire 1563
Tableau 297 – Méthodes de l'objet de sortie binaire 1564
Tableau 298 – Alertes de sortie binaire 1564
Tableau 299 – Octet Status 1566
Tableau 300 – Type de données: Valeur de contrôle de processus et statut pour la valeur analogique 1566

Tableau 301 – Type de données: Valeur de contrôle de processus et statut pour la valeur binaire 1567
Tableau 302 – Type de données: Mode contrôle de processus 1567
Tableau 303 – Type de données: Bitstring de mode contrôle de processus 1568
Tableau 304 – Type de données: Mise à l'échelle du contrôle de processus 1568
Tableau 305 – Objets normalisés de contrôle de processus 1569
Tableau 306 – Services 1569
Tableau 307 – Format de messagerie d'application 1570
Tableau 308 – APDU concaténées en une seule TSDU 1570
Tableau 309 – Adressage d'objet 1571
Tableau 310 – Construction d'en-tête d'APDU de mode d'adressage à quatre bits 1571
Tableau 311 – Construction d'en-tête d'APDU de mode d'adressage à huit bits 1571
Tableau 312 – Construction d'en-tête d'APDU de mode d'adressage à seize bits 1572
Tableau 313 – Exemple de cas d'utilisation d'adressage inféré 1572
Tableau 314 – Construction d'en-tête d'APDU de mode d'adressage inféré 1573
Tableau 315 – Identificateur d'attribut de 6 bits, non indexé 1573
Tableau 316 – Identificateur d'attribut de 6 bits, à un seul indice, avec un indice de 7 bits 1574
Tableau 317 – Identificateur d'attribut de 6 bits, à un seul indice, vec un indice de 15 bits 1574
Tableau 318 – Identificateur d'attribut de 6 bits, à deux indices, avec deux indices de 7 bits 1574
Tableau 319 – Identificateur d'attribut de 6 bits, à deux indices, avec deux indices de 15 bits 1574
Tableau 320 – Identificateur d'attribut de 6 bits, à deux indices, avec le premier indice ayant une longueur de 7 bits et le second indice une longueur de 15 bits 1575
Tableau 321 – Identificateur d'attribut de 6 bits, à deux indices, avec le premier indice ayant une longueur de 15 bits et le second indice une longueur de 7 bits 1575
Tableau 322 – Identificateur d'attribut de 12 bits, non indexé 1575
Tableau 323 – Identificateur d'attribut de 12 bits, à un seul indice, avec un indice de 7 bits 1575
Tableau 324 – Identificateur d'attribut de 12 bits, à un seul indice, avec un indice de 15 bits 1576
Tableau 325 – Identificateur d'attribut de douze bits, à deux indices, avec deux indices de 7 bits 1576
Tableau 326 – Identificateur d'attribut de douze bits, à deux indices, avec deux indices de 15 bits 1576
Tableau 327 – Identificateur d'attribut de 12 bits, à deux indices avec le premier indice ayant une longueur de 7 bits et le second indice une longueur de 15 bits 1577
Tableau 328 – Identificateur d'attribut de 12 bits, à deux indices avec le premier indice ayant une longueur de 15 bits et le second indice une longueur de 7 bits 1577
Tableau 329 – Forme d'identificateur d'attribut de 12 bits, réservée 1577
Tableau 330 – Règles de codage pour la demande de service de lecture 1578
Tableau 331 – Règles de codage pour une réponse de service de lecture avec un champ d'une taille de 7 bits 1578
Tableau 332 – Règles de codage pour une réponse de service de lecture avec un champ d'une taille de 15 bits 1578

Tableau 333 – Règles de codage pour une demande de service d'écriture avec un champ d'une taille de 7 bits 1579
Tableau 334 – Règles de codage pour une demande de service d'écriture avec un champ d'une taille de 15 bits 1579
Tableau 335 – Règles de codage pour la réponse de service d'écriture 1579
Tableau 336 – Règles de codage pour une demande de service Execute avec un champ d'une taille de 7 bits 1580
Tableau 337 – Règles de codage pour une demande de service Execute avec un champ d'une taille de 15 bits 1580
Tableau 338 – Règles de codage pour une réponse de service Execute avec un champ de taille de 7 bits 1580
Tableau 339 – Règles de codage pour une réponse de service Execute avec un champ de taille de 15 bits 1581
Tableau 340 – Règles de codage pour une demande de service Tunnel avec un champ de taille de 7 bits 1581
Tableau 341 – Règles de codage pour une demande de service Tunnel avec un champ de taille de 15 bits 1581
Tableau 342 – Règles de codage pour une réponse de service Tunnel avec un champ de taille de 7 bits 1582
Tableau 343 – Règles de codage pour une réponse de service Tunnel avec un champ de taille de 15 bits 1582
Tableau 344 – Règles de codage pour le service AlertReport avec un champ de taille de 7 bits de données associées 1582
Tableau 345 – Règles de codage pour le service AlertReport avec un champ de taille de 15 bits de données associées 1583
Tableau 346 – Règles de codage pour le service AlertAcknowledge 1583
Tableau 347 – Règles de codage pour le service Publish pour une séquence native de valeurs 1583
Tableau 348 – Règles de codage pour le service Publish – non natif (prise en charge de tunnel) 1584
Tableau 349 – Règles de codage pour le service Concatenate 1584
Tableau 350 – Règle de codage générale pour les données d'application de taille invariable 1584
Tableau 351 – Règles de codage pour les données d'application de taille variable de 0..255 octets 1585
Tableau 352 – Règles de codage pour Unsigned8 1587
Tableau 353 – Règles de codage pour Unsigned16 1587
Tableau 354 – Règles de codage pour Unsigned32 1587
Tableau 355 – Règles de codage pour Unsigned64 1588
Tableau 356 – Règles de codage pour Unsigned128 1588
Tableau 357 – Règles de codage pour single-precision float 1589
Tableau 358 – Règles de codage pour double-precision float 1590
Tableau 359 – Règles de codage pour VisibleString 1590
Tableau 360 – Règles de codage pour OctetString 1591
Tableau 361 – Règles de codage pour BitString 1591
Tableau 362 – Règles de codage pour TAINetworkTime et TAITimeDifference lors de l'interprétation comme différence modulo 1592
Tableau 363 – Règles de codage pour TAITimeRounded 1593

Tableau 364 – Exemple de codage: Demande Read pour un attribut sans indice 1606
Tableau 365 – Exemple de codage: Réponse Read pour un attribut sans indice 1607
Tableau 366 – Exemple de codage: Demande de service Tunnel 1607
Tableau 367 – Valeurs de réglage en usine par défaut 1617
Tableau 368 – Objet de configuration d'appareil *(1 de 7)* 1626
Tableau 369 – Méthode Reset_To_Default 1632
Tableau 370 – Méthode d'écriture de clé de rattachement symétrique 1633
Tableau 371 – Objet service de configuration d'appareil *(1 de 4)* 1634
Tableau 372 –Structure de données DPSOWhiteListTbl 1638
Tableau 373 – Table de manipulation de matrice 1639
Tableau 374 – Alerte de DPSO pour indiquer le rattachement par un appareil ne figurant pas sur la WhiteList 1640
Tableau 375 – Alerte de DPSO pour indiquer une capacité inadéquate de rattachement d'un appareil 1640
Tableau B.1 – Rôles des appareils de couche de protocoles 1648
Tableau B.2 – Mises à niveau par liaison radio 1648
Tableau B.3 – Profils de prise en charge de sessions 1649
Tableau B.4 – Profils de base 1650
Tableau B.5 – Rôles de PhL 1650
Tableau B.6 – DL exigée pour rôles énumérées 1651
Tableau B.7 – Profils de rôles: Attributs généraux de DLMO 1652
Tableau B.8 – Profils de rôles: dlmo.Device_Capability 1652
Tableau B.9 – Profils de rôles: dlmo.Ch (channel-hopping) 1653
Tableau B.10 – Profils de rôles: dlmo.TsTemplate 1653
Tableau B.11 – Profils de rôles: dlmo.Neighbor 1653
Tableau B.12 – Profils de rôles: dlmo.NeighborDiag 1654
Tableau B.13 – Profils de rôles: dlmo.Superframe 1654
Tableau B.14 – Profils de rôles: dlmo.Graph 1655
Tableau B.15 – Profils de rôles: dlmo.Link 1655
Tableau B.16 – Profils de rôles: dlmo.Route 1655
Tableau B.17 – Profils de rôles: dlmo.Queue_Priority 1656
Tableau B.18 – Taille de table de routage 1656
Tableau B.19 – Taille de table d'adresses 1656
Tableau B.20 – Taille de support de ports 1656
Tableau B.21 – AP 1657
Tableau B.22 – Profils de rôles: E/S, routeurs, passerelles, et routeurs dorsaux 1657
Tableau B.23 – Profil de rôles: Passerelle 1657
Tableau B.24 – Profil de rôles: Accès natif à la passerelle 1658
Tableau B.25 – Profil de rôles: Mécanisme de tunnellisation interopérable de passerelle 1658
Tableau C.1 – Classes d'utilisation 1660
Tableau D.1 – Valeurs par défaut de la configuration de la gestion de système 1667
Tableau D.2 – Valeurs par défaut de la configuration de la sécurité 1668
Tableau D.3 – Valeurs par défaut de la configuration DLE 1669

Tableau D.4 – Valeurs par défaut de la configuration NLE 1669
Tableau D.5 – Valeurs par défaut de la configuration TLE 1670
Tableau D.6 – Valeurs par défaut de la configuration ALE 1671
Tableau D.7 – Valeurs par défaut de la configuration de configuration 1672
Tableau D.8 – Valeurs par défaut de la configuration de la passerelle 1672
Tableau I.1 – Tableau des types d'objets normalisés 1688
Tableau I.2 – Modèle pour attributs d'objets normalisés 1689
Tableau I.3 – Modèle pour méthodes d'objets normalisés 1690
Tableau I.4 – Modèles pour rapports d'alerte d'objets normalisés 1691
Tableau I.5 – Modèle pour structures de données 1692
Tableau J.1 – Modèle de méthode Scheduled_Write 1694
Tableau J.2 – Modèle de méthode Read_Row 1695
Tableau J.3 – Modèle de méthode Write_Row 1695
Tableau J.4 – Modèle de méthode Reset_Row 1696
Tableau J.5 – Modèle de méthode Delete_Row 1697
Tableau K.1 – Types d'objets normalisés 1699
Tableau K.2 – Instances d'objets normalisés 1701
Tableau L.1 – Types de données normalisés 1703
Tableau M.1 – Identification de protocole de bus de terrain hérités tunnellisés 1705
Tableau T.1 – MHR échantillon pour demande de rattachement 1741
Tableau T.2 – DHR échantillon pour demande de rattachement 1742
Tableau T.3 – En-tête réseau pour messages de rattachement 1742
Tableau 1 – Résumé des exemples d'interfaces de côté haut de passerelles hypothétiques 1750
Tableau U.2 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Session 1762
Tableau U.3 – GS_Status pour confirmation de G_Session 1764
Tableau U.4 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Lease 1765
Tableau U.5 – GS_Lease_Type pour demande de G_Lease 1766
Tableau U.6 – GS_Status pour confirmation de G_Lease 1767
Tableau U.7 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Device_List_Report 1768
Tableau U.8 – GS_Status pour confirmation de G_Device_List_Report 1769
Tableau U.9 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Topology_Report 1769
Tableau U.10 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Schedule_Report 1771
Tableau U.11 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Device_Health_Report 1773
Tableau U.12 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Neighbor_Health_Report 1774
Tableau U.13 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Network_Health_Report 1776
Tableau U.14 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Time 1778
Tableau U.15 – GS_Status pour confirmation de G_Time 1778
Tableau U.16 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Client_Server 1779
Tableau U.17 – GS_Status pour confirmation de G_Client_Server 1781
Tableau U.18 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Publish 1782
Tableau U.19 – GS_Status pour confirmation de G_Publish 1783
Tableau U.20 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Subscribe 1784

Tableau U.21 – GS_Status pour confirmation de G_Subscribe 1784
Tableau U.22 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Publish_Timer 1785
Tableau U.23 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Subscribe_Timer 1785
Tableau U.24 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Publish_Watchdog 1786
Tableau U.25 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Bulk_Open 1787
Tableau U.26 – GS_Status pour confirmation de G_Bulk_Open 1788
Tableau U.27 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Bulk_Transfer 1788
Tableau U.28 – GS_Status pour confirmation de G_Bulk_Transfer 1789
Tableau U.29 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Bulk_Close 1789
Tableau U.30 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Alert_Subscription 1790
Tableau U.31 – GS_Status pour confirmation de G_Alert_Subscription 1791
Tableau U.32 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Alert_Notification 1791
Tableau U.33 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Read_Gateway_Configuration 1792
Tableau 34 – Valeurs de GS_Attribute_Identifier pour la demande de G_Read_Gateway_Configuration 1793
Tableau U.35 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Write_Gateway_Configuration 1794
Tableau U.36 – Valeurs de GS_Attribute_Identifier pour la demande de G_Write_Gateway_Configuration 1794
Tableau U.37 – GS_Status pour confirmation de G_Write_Gateway_Configuration 1795
Tableau U.38 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Write_Device_Configuration 1796
Tableau U.39 – GS_Status pour confirmation de G_Write_Device_Configuration 1797
Tableau U.40 – Utilisation des paramètres de la primitive G_Read_Device_Configuration 1797
Tableau U.41 – Exemple d'attributs de gestion de configuration de passerelle 1820

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

RÉSEAUX INDUSTRIELS – RÉSEAU DE COMMUNICATION SANS FIL ET PROFILS DE COMMUNICATION – ISA 100.11A

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique 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. A 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.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ
Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 62734 porte le numéro d'édition 1.1. Elle comprend la première édition (2014-10) [documents 65C/778/FDIS et 65C/788/RVD] et son amendement 1 (2019-07) [documents 65C/965/FDIS et 65C/970/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 62734 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de l'IEC: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

La présente norme internationale est basée sur l'ISA 100.11a:2011.

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que l'Annexe V énumère tous les articles traitant des différences à caractère moins permanent inhérentes à certains pays, concernant le sujet de cette norme.

Cette première constitue une révision technique.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo *"colour inside"* qui se trouve sur la page de couverture de cette publication 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.

0 Introduction

0.1 Généralités

La présente norme fournit des spécifications conformes au Modèle de référence de base OSI, ISO/IEC 7498–1, (par exemple: PhL, DL, etc.) et fournit également des spécifications de sécurité et de gestion (y compris la configuration de réseau et d'appareil) pour des appareils sans fil servant les classes d'utilisation 1 à 5 de l'Annexe C et potentiellement la classe 0, pour les appareils fixes, portatifs et mobiles.

La présente norme vise à assurer le fonctionnement fiable et sécurisé en mode sans fil pour les applications non critiques de contrôle, d'alerte, de commande de surveillance, de commande à boucle ouverte et de commande à boucle fermée. La présente norme définit une suite de protocoles, y compris la gestion de système, des considérations de passerelle et des spécifications de sécurité, pour une connectivité sans fil à bas débit avec des appareils fixes, portatifs et lentement mobiles, fonctionnant souvent sous des contraintes sévères d'énergie et de puissance. L'application est principalement axée sur les besoins de performance du contrôle et de la surveillance d'automation de processus où des latences de communication de bout en bout de l'ordre d'au moins 100 ms peuvent être tolérées.

Afin de satisfaire aux besoins des utilisateurs et opérateurs industriels du sans-fil, la technologie spécifiée dans le présent document fournit de la robustesse en la présence d'interférences rencontrées dans les environnements industriels sévères ou provoquées par des systèmes sans fil qui ne sont pas couverts par la présente norme. Conformément à la description donnée à l'Article 4, la présente norme traite de la coexistence avec d'autres appareils sans fil dans l'espace de travail industriel, tels que les téléphones cellulaires et les appareils basés sur l'IEC 62591 (basée sur WirelessHART™[1]), l'IEC 62601 (basée sur WIA-PA), l'IEEE 802.11:2012 (WiFi), l'IEEE 802.15, l'IEEE 802.16:2012 (WiMax) et d'autres normes applicables. De surcroît, la présente norme prend en charge l'interopérabilité des appareils conformes à la présente norme internationale, tels que décrits à l'Article 5, dans les aspects de fonctionnement couverts par la présente norme internationale.

La présente norme ne définit ni ne spécifie l'infrastructure d'une installation ou ses caractéristiques de sécurité ou de performances. Cependant, il est important que la sécurité de l'infrastructure de l'installation soit assurée par l'utilisateur final.

0.2 Structure du document

Le présent document est organisé en articles axés sur des fonctions de réseau et de couches de suite de protocoles uniques. Les articles décrivent le système, la gestion du système, la gestion de la sécurité, la couche physique, la couche liaison de données, la couche réseau, la couche transport, la couche d'application et la configuration. Des considérations génériques qui s'appliquent aux passerelles de protocoles sont également incluses, bien que les spécifications de passerelles de protocoles spécifiques ne le soient pas. Chaque article décrit une fonctionnalité ou une couche de protocoles et dicte le comportement indispensable pour un fonctionnement correct. Lorsqu'un article décrit des comportements relatifs à une autre fonction ou à une autre couche, une référence à l'autre article approprié est fournie pour informations complémentaires.

Les protocoles de communication obligatoires et facultatifs définis par le présent document se réfèrent à des protocoles natifs, alors que les protocoles utilisés par d'autres réseaux tels que les protocoles de communication de bus de terrain hérités se réfèrent à des protocoles étrangers.

---

[1] Propriété de HCF (HART Communication Foundation). Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs de la norme et ne signifie nullement l'approbation ou la recommandation du propriétaire de la marque ou des produits associés. La conformité à ce profil n'exige pas l'utilisation de la marque déposée. L'utilisation des marques déposées exige l'obtention préalable d'autorisations auprès du propriétaire des marques.

0.3 Droits de propriété potentiellement applicables

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec les dispositions du présent document peut impliquer l'utilisation de plusieurs brevets:

a) intéressant la cryptographie (asymétrique) sur courbes elliptiques traitée en 7.4.6 et en 7.2.2.3;

b) intéressant la synchronisation d'horloges et l'évaluation de la qualité de liaison, traitées en 9.1.9.3 et en 9.1.15;

c) intéressant des domaines de sujets non spécifiés;

d) intéressant la mise en service d'un réseau sans fil, ainsi que le choix et le routage de plusieurs passerelles.

L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et au domaine d'application de ces droits de propriété.

Les détenteurs de ces droits de propriété ont donné l'assurance à l'IEC qu'ils consentent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier, soit sans frais (gratuitement) soit à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires (RAND). A ce propos, les déclarations des détenteurs suivants de ces droits de propriété sont enregistrées à l'IEC.

Des informations peuvent être demandées à:

a)	Certicom Corporation 4701 Tahoe Blvd, Bldg A L4W 0B5 Mississauga, ON CANADA Attn: Patent licensing Dispositions de licence: vraisemblablement RAND Droits de propriété applicables: inconnus; non déclarés par le détenteur de droits de propriété	b)	NIVIS LLC 1000 Circle 75 Pkwy, Suite 300 Atlanta, GA 30339-6051 USA Attn: Patent licensing Dispositions de licence: RAND Droits de propriété applicables: – US 20100027437 – US 20100098204
c)	General Electric 1 Research Cir Schenectady, NY 12309-1027 USA Attn: Patent licensing Dispositions de licence: vraisemblablement RAND, réciprocité Droits de propriété applicables: inconnus; non déclarés par le détenteur de droits de propriété	d)	Yokogawa Electric Corporation 2-9-32 Nakachou, Musashino-shi Tokyo JAPAN Attn: Patent licensing Dispositions de licence: RAND, réciprocité Droits de propriété applicables: – JP 4129749 – US 8005514 – US 8031727 – US 8305927 – US 2009080394
Les détenteurs de droits de propriété, les droits de propriété et les dispositions de licence mentionnés ci-dessus correspondent à ceux déclarés dans la norme IEC tel qu'applicables à la norme IEC 62734, à compter de la date d'élaboration du présent texte.			

L'attention est attirée sur la possibilité que des éléments du présent document puissent être sujets à des droits de brevets autres que ceux identifiés ci-dessus. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

L'ISO (http://www.iso.org/patents) et l'IEC (http://patents.iec.ch) tiennent à jour des bases de données en ligne sur les brevets relatifs à leurs normes. Les utilisateurs sont encouragés à consulter ces bases de données pour obtenir l'information la plus récente concernant les droits de propriété.

RÉSEAUX INDUSTRIELS – RÉSEAU DE COMMUNICATION SANS FIL ET PROFILS DE COMMUNICATION – ISA 100.11A

1 Domaine d'application

La présente norme internationale spécifie une méthode de fonctionnement fiable et sécurisé en mode sans fil pour les applications non critiques de contrôle, d'alerte, de commande de surveillance, de commande à boucle ouverte et de commande à boucle fermée. La présente norme définit une suite de protocoles, y compris la gestion de système, des considérations de passerelle et des spécifications de sécurité, pour une connectivité sans fil à bas débit avec des appareils fixes, portatifs et lentement mobiles, fonctionnant souvent sous des contraintes sévères d'énergie et de puissance. L'application dans la présente norme est principalement axée sur les besoins de performance du contrôle et de la surveillance d'automation de processus où des retards de communication de bout en bout de l'ordre de 100 ms peuvent être tolérés.

La présente norme spécifie ce qui suit:

- définition de service de la couche physique et spécification de protocole;
- définition de service de la couche liaison de données et spécification de protocole;
- définition de service de la couche réseau et spécification de protocole;
- définition de service de la couche transport et spécification de protocole;
- définition de service de la couche d'application et spécification de protocole, y compris la prise en charge pour la tunnellisation de protocoles et les passerelles;
- sécurité et gestion de la sécurité;
- mise en service et configuration;
- gestion de réseau; et
- profils additifs de rôles de communication (c'est-à-dire qu'un ou plusieurs peuvent être sélectionnés simultanément).

La fonctionnalité au-dessus de la couche d'application du Modèle de référence de base OSI, telle que ladite User Layer (couche d'utilisateur) et les différents profils pour la fonctionnalité en cette couche n'est pas adressée. Elle est toutefois brièvement débattue à l'Annexe A.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

NOTE Voir la Bibliographie pour les références non normatives.

ISO/IEC 646, *Information technology – ISO 7-bit coded character set for information interchange* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 10731, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Modèle de référence de base – Conventions pour la définition des services OSI*

ISO/IEC 18033-3, *Information technology – Security techniques – Encryption algorithms – Part 3: Block ciphers* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 19772, *Information technology – Security techniques – Authenticated encryption* (disponible en anglais seulement)

ANSI X9.63:2011, *Public Key Cryptography for the Financial Services Industry – Key Agreement and Key Transport Using Elliptic Curve Cryptography* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 2460:1998, *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 2464, *Transmission of IPv6 Packets over Ethernet Networks* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 2529, *Transmission of IPv6 over IPv4 Domains without Explicit Tunnels* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 3168, *The Addition of Explicit Congestion Notification (ECN) to IP* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 4213, *Basic Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 4291:2006, *IP Version 6 Addressing Architecture* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 4944, *Transmission of IPv6 Packets over IEEE 802.15.4 Networks* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 6282:2011, *Compression Format for IPv6 Datagrams over IEEE 802.15.4-Based Networks* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 6298, *Computing TCP's Retransmission Timer* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 802.15.4™:2015[2], *IEEE Standard for Low-Rate Wireless Networks*

SEC 1:2009, *Elliptic Curve Cryptography, version 2*, disponible à l'adresse http://www.secg.org (disponible en anglais seulement)

SEC 4, *Elliptic Curve Qu-Vanstone Implicit Certificate Scheme (ECQV), version 0.97*, disponible à l'adresse http://www.secg.org (disponible en anglais seulement)

[2] Propriété de l'IEEE, http://www.ieee.org.