IEC 62439-2

Edition 3.0 2021-12

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 2: Media Redundancy Protocol (MRP)

Réseaux de communication industriels – Réseaux de haute disponibilité pour l'automatisation – Partie 2: Protocole de redondance du support (MRP)

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 25.040.40; 35.100.05

ISBN 978-2-8322-1057-3

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

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

CONTENTS

FOREWORD 7
INTRODUCTION 9
1 Scope 10
1.1 General 10
1.2 Code component distribution 10
2 Normative references 11
3 Terms, definitions, abbreviated terms and conventions 11
3.1 Terms and definitions 11
3.2 Abbreviated terms 12
3.3 Conventions 12
4 MRP Overview 12
5 MRP Media redundancy behavior 16
5.1 General 16
5.2 Ring ports 16
5.3 Media Redundancy Manager (MRM) 17
5.4 Media Redundancy Client (MRC) 19
5.5 Redundancy domain 19
5.6 Media Link Check 19
5.7 Application of the Continuity Check protocol 20
5.7.1 General 20
5.7.2 Continuity Check Message Interval 20
5.7.3 Maintenance Domain Level 20
5.7.4 Maintenance Association ID (MAID) 20
5.7.5 Maintenance Association End Point ID (MEPID) 21
5.7.6 Sender ID TLV 21
5.7.7 Port Status TLV 21
5.7.8 Interface Status TLV 21
5.8 Usage with diagnosis and alarms 21
5.9 Ring diagnosis 22
5.10 Multiple MRM in a single ring: Manager voting option 22
5.10.1 General 22
5.10.2 Basic principle of the manager voting process 23
5.10.3 The manager voting process 24
5.11 BLOCKED not supported (Option) 26
5.12 Interconnection port 26
5.13 Media redundancy Interconnection Manager (MIM) 28
5.14 Media redundancy Interconnection Client (MIC) 30
5.15 Interconnection domain 31
5.16 Interconnection diagnosis 31
6 MRP Class specification 31
6.1 General 31
6.2 Template 32
6.2.1 Media redundancy template 32
6.2.2 Media redundancy Interconnection template 33
6.3 Attributes 34
7 MRP Service specification 38

7.1 Start MRM 38
7.2 Stop MRM 39
7.3 State Change 40
7.4 Start MRC 41
7.5 Stop MRC 42
7.6 Read MRM 43
7.7 Read MRC 45
7.8 Start MIM 46
7.9 Stop MIM 48
7.10 Interconnection State Change 49
7.11 Start MIC 49
7.12 Stop MIC 51
7.13 Read MIM 52
7.14 Read MIC 53
8 MRP protocol specification 55
8.1 PDU description 55
8.1.1 Basic data types 55
8.1.2 DLPDU abstract syntax reference 55
8.1.3 Coding of the DLPDU field SourceAddress 56
8.1.4 Coding of the DLPDU field DestinationAddress 56
8.1.5 Coding of the field TagControlInformation 56
8.1.6 Coding of the field LT 57
8.1.7 MRP APDU abstract syntax 57
8.1.8 Coding of the field MRP_TLVHeader 59
8.1.9 Coding of the field MRP_SubTLVHeader 59
8.1.10 Coding of the field MRP_Ed1Type and MRP_Ed1ManufacturerData 60
8.1.11 Coding of the field MRP_Version 60
8.1.12 Coding of the field MRP_SequenceID 60
8.1.13 Coding of the field MRP_SA 60
8.1.14 Coding of the field MRP_OtherMRMSA 61
8.1.15 Coding of the field MRP_Prio 61
8.1.16 Coding of the field MRP_OtherMRMPrio 61
8.1.17 Coding of the field MRP_PortRole 61
8.1.18 Coding of the field MRP_RingState 62
8.1.19 Coding of the field MRP_Interval 62
8.1.20 Coding of the field MRP_Transition 62
8.1.21 Coding of the field MRP_TimeStamp 62
8.1.22 Coding of the field MRP_Blocked 63
8.1.23 Coding of the field MRP_ManufacturerOUI 63
8.1.24 Coding of the field MRP_IECOUI 63
8.1.25 Coding of the field MRP_ManufacturerData 63
8.1.26 Coding of the field MRP_DomainUUID 63
8.1.27 Coding of the field MRP_InState 64
8.1.28 Coding of the field MRP_InID 64
8.1.29 Coding of the field MRP_LinkInfo 64
8.2 Protocol machines 64
8.2.1 MRM protocol machine 64
8.2.2 MRC protocol machine 75
8.2.3 MRA protocol machine 81

8.2.4 MRA, MRM and MRC functions 102
8.2.5 FDB clear timer 106
8.2.6 Topology change timer 106
8.2.7 MIM protocol machine 107
8.2.8 MIC protocol machine 115
8.2.9 MIM and MIC functions 122
8.2.10 Interconnection Topology Change timer 127
8.2.11 Interconnection Link Status Poll timer 127
9 MRP installation, configuration and repair 128
9.1 Ring port and Interconnection port parameters 128
9.2 Ring topology parameters 128
9.3 MRM parameters 129
9.4 MRC parameters and constraints 129
9.5 MRA compatibility to earlier Automanager protocol version 130
9.6 Interconnection topology parameters 130
9.7 MIM parameters 130
9.8 MIC parameters and constraints 131
9.9 Calculation of MRP ring recovery time 132
9.9.1 Overview 132
9.9.2 Deduction of formula 132
9.9.3 Worst-case calculation for recovery time of 10 ms 134
9.9.4 Worst-case calculation for 50 devices 135
9.10 Calculation of MRP Automanager voting time 135
9.11 Calculation of MRP Interconnection recovery time 135
10 MRP Management Information Base (MIB) 137
10.1 General 137
10.2 MRP MIB with a monitoring view 137
10.3 MRP MIB with a management and monitoring view 151
Annex A (normative) Optional earlier version of the Automanager protocol 166
Annex B (informative) Timing considerations for 10 Mbit/s link speed 167
Annex C (informative) Using MRP together with scheduling and shaping mechanisms as defined in IEEE Std 802.1Q and interspersing express traffic as defined in IEEE Std 802.3 169
C.1 General 169
C.2 Avoiding negative impact on the recovery time of an MRP ring 169
C.2.1 General 169
C.2.2 Interspersing express traffic 169
C.2.3 Enhancements for scheduled traffic 170
C.3 Configuration guidelines for increased performance of MRP 170
C.3.1 General 170
C.3.2 Interspersing express traffic 170
C.3.3 Enhancements for scheduled traffic 171
C.4 Calculation of MRP ring recovery time 171
C.4.1 Worst-case calculation for recovery time of 10 ms, using frame preemption 171
C.4.2 Worst-case calculation for 50 devices, using frame preemption 172
Annex D (informative) Advanced MRP and MRP Interconnection topologies 173
D.1 General 173
D.2 MRP Single Switch Multiple Rings (MRP-SSMR) 173

D.3 Multiple MRP Interconnection 173
D.4 MRP Interconnection Dual Switch Multiple Couplings (MRP-I DSMC) 174
Bibliography 175

Figure 1 – Two MRP rings redundantly connected via MRP Interconnection 14
Figure 2 – MRP stack 16
Figure 3 – MRP ring topology with one manager and clients 17
Figure 4 – MRP open ring with MRM 18
Figure 5 – MRP ring with MRA at network startup 23
Figure 6 – MRP ring after the manager voting process 23
Figure 7 – Manager voting process 25
Figure 8 – MRA located outside the MRP ring 26
Figure 9 – MRP Interconnection topology 28
Figure 10 – MRP ring interconnection open 29
Figure 11 – MRP protocol machine for MRM 65
Figure 12 – MRP protocol machine for MRC 76
Figure 13 – MRP protocol machine for MRA 82
Figure 14 – MRP protocol machine for MIM in RC-mode and LC-mode 107
Figure 15 – MRP protocol machine for MIC in RC-mode and LC-mode 115
Figure D.1 – MRP Topologies 173
Figure D.2 – MRP Interconnection Topologies 174
Figure D.3 – MRP Interconnection Dual Switch Multiple Couplings Topology 174

Table 1 – Coding of the Maintenance Association ID (MAID) 21
Table 2 – MRP Start MRM 38
Table 3 – MRP Stop MRM 40
Table 4 – MRP Change State 40
Table 5 – MRP Start MRC 41
Table 6 – MRP Stop MRC 42
Table 7 – MRP Read MRM 43
Table 8 – MRP Read MRC 45
Table 9 – MRP Start MIM 47
Table 10 – MRP Stop MIM 48
Table 11 – MRP Interconnection Change State 49
Table 12 – MRP Start MIC 50
Table 13 – MRP Stop MIC 51
Table 14 – MRP Read MIM 52
Table 15 – MRP Read MIC 54
Table 16 – MRP DLPDU syntax for ISO/IEC/IEEE 8802-3 (IEEE Std 802.3) 55
Table 17 – MRP OUI 56
Table 18 – MRP MulticastMACAddress 56
Table 19 – MRP TagControlInformation.Priority field 57
Table 20 – MRP LT field 57
Table 21 – MRP APDU syntax 57

Table 22 – MRP Substitutions 58
Table 23 – MRP_TLVHeader.Type 59
Table 24 – MRP_SubTLVHeader.Type 59
Table 25 – MRP_Ed1Type and MRP_Ed1ManufacturerData 60
Table 26 – MRP_Ed1Type and MRP_Ed1ManufacturerData 60
Table 27 – MRP_Version 60
Table 28 – Coding of the field MRP_OtherMRMSA 61
Table 29 – MRP_Prio 61
Table 30 – Coding of the field MRP_OtherMRMPrio 61
Table 31 – MRP_PortRole 62
Table 32 – MRP_RingState 62
Table 33 – MRP_Interval 62
Table 34 – MRP_Transition 62
Table 35 – MRP_TimeStamp 63
Table 36 – MRP_Blocked 63
Table 37 – MRP_DomainUUID 63
Table 38 – MRP_InState 64
Table 39 – MRP_LinkInfo 64
Table 40 – MRP Local variables of MRM protocol machine 66
Table 41 – MRM State machine 67
Table 42 – MRP Local variables of MRC protocol machine 77
Table 43 – MRC state machine 77
Table 44 – MRP local variables of MRA protocol machine 83
Table 45 – MRA state machine 84
Table 46 – MRP functions and macros 102
Table 47 – MRP FDB clear timer 106
Table 48 – MRP topology change timer 107
Table 49 – MRP Local variables of MIM protocol machine 108
Table 50 – MIM State machine for LC-mode 109
Table 51 – MIM State machine for RC-mode 111
Table 52 – MRP Local variables of MIC protocol machine 116
Table 53 – MIC State machine for LC-mode 116
Table 54 – MIC State machine for RC-mode 120
Table 55 – MRP Interconnection functions 123
Table 56 – MRP Interconnection topology change timer 127
Table 57 – MRP Interconnection link status poll timer 128
Table 58 – MRP Network/Connection parameters 128
Table 59 – MRP MRM parameters 129
Table 60 – MRP MRC parameters 130
Table 61 – MRP MIM parameters 131
Table 62 – MRP MIC parameters 131
Table A.1 – Compatible mode MRP_Option for MRP_Test Substitutions 166
Table A.2 – Compatible mode MRP_Option frames MRP_TestMgrNAck and MRP_TestPropagate Substitutions 166

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – HIGH AVAILABILITY AUTOMATION NETWORKS –

Part 2: Media Redundancy Protocol (MRP)

FOREWORD

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

IEC 62439-2 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2016. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

a) improvements for the Continuity Check Protocol,
b) introduction of further specifiers for the rings, the interconnection links, and the device roles,
c) extensions and information on the use of baudrates smaller than 100 Mbit/s,
d) information on using MRP together with scheduling and shaping mechanisms,
e) introduction of an MRP Interconnection profile for a 30 ms reconfiguration time.

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

Draft	Report on voting
65C/1118/FDIS	65C/1137/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

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

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

This International Standard is to be read in conjunction with IEC 62439-1.

A list of all parts of the IEC 62439 series, published under the general title *Industrial communication networks – High availability automation networks*, can be found on the IEC website.

This IEC standard includes Code Components i.e. components that are intended to be directly processed by a computer. Such content is any text found between the markers <CODE BEGINS> and <CODE ENDS>, or otherwise is clearly labeled in this standard as a Code Component.

The purchase of this IEC standard carries a copyright license for the purchaser to sell software containing Code Components from this standard directly to end users and to end users via distributors, subject to IEC software licensing conditions, which can be found at: http://www.iec.ch/CCv1.

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

- reconfirmed,
- withdrawn,
- 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.

INTRODUCTION

The IEC 62439 series specifies relevant principles for high availability networks that meet the requirements for industrial automation networks.

In the fault-free state of the network, the protocols of the IEC 62439 series provide ISO/IEC/IEEE 8802-3 (IEEE Std 802.3™) compatible, reliable data communication, and preserve determinism of real-time data communication. In cases of fault, removal, and insertion of a component, they provide deterministic recovery times.

These protocols retain fully the typical Ethernet communication capabilities as used in the office world, so that the software involved remains applicable.

The market is in need of several network solutions, each with different performance characteristics and functional capabilities, matching diverse application requirements. These solutions support different redundancy topologies and mechanisms which are introduced in IEC 62439-1 and specified in the other Parts of the IEC 62439 series. IEC 62439-1 also distinguishes between the different solutions, giving guidance to the user.

The IEC 62439 series follows the general structure and terms of the IEC 61158 series.

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of a patent. IEC takes no position concerning the evidence, validity, and scope of this patent right.

The holder of this patent right has assured IEC that s/he is willing to negotiate licences under reasonable and non-discriminatory terms and conditions with applicants throughout the world. In this respect, the statement of the holder of this patent right is registered with IEC. Information may be obtained from the patent database available at http://patents.iec.ch.

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

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – HIGH AVAILABILITY AUTOMATION NETWORKS –

Part 2: Media Redundancy Protocol (MRP)

1 Scope

1.1 General

The IEC 62439 series is applicable to high-availability automation networks based on the ISO/IEC/IEEE 8802-3 (IEEE Std 802.3) (Ethernet) technology.

This part of the IEC 62439 series specifies a recovery protocol based on a ring topology, designed to react deterministically on a single failure of an inter-switch link or switch in the network, under the control of a dedicated media redundancy manager node.

1.2 Code component distribution

Each Code Component is a ZIP package containing at least the electronic representation of the Code Component itself and a file describing the content of the package (IECManifest.xml).

The IECManifest contains different sections giving information on:

- the copyright notice;
- the identification of the code component;
- the publication related to the code component;
- the list of the electronic files which compose the code component;
- an optional list of history files to track changes during the evolution process of the code component.

The Code Components included in this IEC standard are a set of SNMP MIBs. The Code Component IEC-62439-2-MIB.mib is a file containing the MIB with the management and monitoring view. It will be available in a full version, which contains the MIB defined in this document with the documentation associated and access is restricted to purchaser of this document.

The Code Component (full version) is freely accessible on the IEC website for download at: https://www.iec.ch/sc65c/supportingdocuments/IEC_62439-2.MIB.{VersionStateInfo}.full.zip but the usage remains under the licensing conditions.

The life cycle of a code component is not restricted to the life cycle of the related publication. The publication life cycle goes through two stages, Version (corresponding to an edition) and Revision (corresponding to an amendment). Consequently, new release(s) of the Code Component(s) may be released, which supersede(s) the previous release, and will be distributed through the IEC website at: https://www.iec.ch/sc65c/supportingdocuments.

The latest version/release of the document will be found by selecting the file IEC_62439-2.MIB.{VersionStateInfo}.full.zip for the code component with the highest value for VersionStateInfo.

In case of any differences between the downloadable code and the IEC pdf published content, the downloadable code(s) is(are) the valid one; it may be subject to updates. See history files.

2 Normative references

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

IEC 60050-192, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 192: Dependability* (available at www.electropedia.org)

IEC 61158-6-10:2019, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-10: Application layer protocol specification – Type 10 elements*

IEC 62439-1:2010, *Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 1: General concepts and calculation methods*
IEC 62439-1:2010/AMD1:2012
IEC 62439-1:2010/AMD2:2016[1]

ISO/IEC 10164-1, *Information technology – Open Systems Interconnection – Systems Management: Object Management Function*

ISO/IEC/IEEE 8802-3, *Telecommunications and exchange between information technology systems – Requirements for local and metropolitan area networks – Part 3: Standard for Ethernet*

IEEE Std 802.1Q-2018, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks – Bridges and Bridged Networks*

IEEE Std 802.3-2018, *IEEE Standard for Ethernet*

[1] A consolidated version of this publication exists, comprising IEC 62439-1:2010, IEC 62439-1:2010/AMD1:2012 and IEC 62439-1:2010/AMD2:2016.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 182
INTRODUCTION 184
1 Domaine d'application 185
1.1 Généralités 185
1.2 Répartition des composants de code 185
2 Références normatives 186
3 Termes, définitions, termes abrégés et conventions 186
3.1 Termes et définitions 186
3.2 Termes abrégés 187
3.3 Conventions 187
4 Vue d'ensemble du procotole MRP 187
5 Comportement de redondance du support MRP 191
5.1 Généralités 191
5.2 Ports d'anneau 191
5.3 Gestionnaire de redondance du support (MRM) 192
5.4 Client de redondance du support (MRC) 194
5.5 Domaine de redondance 195
5.6 Vérification de liaison de support 195
5.7 Application du protocole de vérification de la continuité 195
5.7.1 Généralités 195
5.7.2 Intervalle des messages de vérification de la continuité 195
5.7.3 Niveau du domaine de maintenance 195
5.7.4 ID d'association de maintenance (MAID) 196
5.7.5 ID de point d'extrémité d'association de maintenance (MEPID) 196
5.7.6 TLV d'ID d'émetteur 196
5.7.7 TLV d'état de port 196
5.7.8 TLV d'état d'interface 196
5.8 Utilisation avec des diagnostics et des alarmes 197
5.9 Diagnostic de l'anneau 197
5.10 Plusieurs MRM dans un seul anneau: Option de vote du gestionnaire 197
5.10.1 Généralités 197
5.10.2 Principe de base du processus de vote du gestionnaire 198
5.10.3 Le processus de vote du gestionnaire 199
5.11 BLOCKED non pris en charge (option) 202
5.12 Port d'interconnexion 202
5.13 Gestionnaire d'interconnexion de redondance du support (MIM) 204
5.14 Client d'interconnexion de redondance du support (MIC) 206
5.15 Domaine d'interconnexion 207
5.16 Diagnostic d'interconnexion 207
6 Spécification de classe MRP 207
6.1 Généralités 207
6.2 Modèle 208
6.2.1 Modèle de redondance du support 208
6.2.2 Modèle d'interconnexion de redondance du support 209
6.3 Attributs 210
7 Spécification de service MRP 214

7.1 Démarrage MRM 214
7.2 Arrêt MRM 215
7.3 Changement d'état 216
7.4 Démarrage MRC 217
7.5 Arrêt MRC 218
7.6 Lecture MRM 219
7.7 Lecture MRC 221
7.8 Démarrage MIM 222
7.9 Arrêt MIM 224
7.10 Changement d'état d'interconnexion 225
7.11 Démarrage MIC 225
7.12 Arrêt MIC 227
7.13 Lecture MIM 228
7.14 Lecture MIC 229
8 Spécification du protocole MRP 231
8.1 Description de la PDU 231
8.1.1 Types de données de base 231
8.1.2 Référence de syntaxe abstraite de la DLPDU 231
8.1.3 Codage du champ SourceAddress des DLPDU 232
8.1.4 Codage du champ DestinationAddress des DLPDU 232
8.1.5 Codage du champ TagControlInformation 233
8.1.6 Codage du champ LT 233
8.1.7 Syntaxe abstraite des APDU MRP 233
8.1.8 Codage du champ MRP_TLVHeader 235
8.1.9 Codage du champ MRP_SubTLVHeader 235
8.1.10 Codage des champs MRP_Ed1Type et MRP_Ed1ManufacturerData 236
8.1.11 Codage du champ MRP_Version 236
8.1.12 Codage du champ MRP_SequenceID 236
8.1.13 Codage du champ MRP_SA 237
8.1.14 Codage du champ MRP_OtherMRMSA 237
8.1.15 Codage du champ MRP_Prio 237
8.1.16 Codage du champ MRP_OtherMRMPrio 237
8.1.17 Codage du champ MRP_PortRole 238
8.1.18 Codage du champ MRP_RingState 238
8.1.19 Codage du champ MRP_Interval 238
8.1.20 Codage du champ MRP_Transition 238
8.1.21 Codage du champ MRP_TimeStamp 239
8.1.22 Codage du champ MRP_Blocked 239
8.1.23 Codage du champ MRP_ManufacturerOUI 239
8.1.24 Codage du champ MRP_IECOUI 239
8.1.25 Codage du champ MRP_ManufacturerData 240
8.1.26 Codage du champ MRP_DomainUUID 240
8.1.27 Codage du champ MRP_InState 240
8.1.28 Codage du champ MRP_InID 240
8.1.29 Codage du champ MRP_LinkInfo 240
8.2 Machines de protocole 241
8.2.1 Machine de protocole du MRM 241
8.2.2 Machine de protocole du MRC 252
8.2.3 Machine de protocole du MRA 258

8.2.4 Fonctions MRA, MRM et MRC 279
8.2.5 Temporisateur d'annulation de la FDB 283
8.2.6 Temporisateur de changement de topologie 283
8.2.7 Machine de protocole du MIM 284
8.2.8 Machine de protocole du MIC 292
8.2.9 Fonctions du MIM et du MIC 300
8.2.10 Temporisateur de changement de topologie d'interconnexion 304
8.2.11 Temporisateur d'interrogation du statut de liaison d'interconnexion 304
9 Installation, configuration et réparation de MRP 305
9.1 Paramètres du port d'anneau et du port d'interconnexion 305
9.2 Paramètres de la topologie en anneau 305
9.3 Paramètres du MRM 306
9.4 Paramètres et contraintes pour le MRC 306
9.5 Compatibilité du MRA avec une version antérieure du protocole du gestionnaire automatique 307
9.6 Paramètres de topologie d'interconnexion 307
9.7 Paramètres du MIM 308
9.8 Paramètres et contraintes pour le MIC 308
9.9 Calcul du temps de reprise de l'anneau MRP 309
9.9.1 Vue d'ensemble 309
9.9.2 Déduction de formule 309
9.9.3 Calcul du scénario le plus défavorable pour un temps de reprise de 10 ms 311
9.9.4 Calcul du scénario le plus défavorable pour 50 appareils 312
9.10 Calcul du temps de vote du gestionnaire automatique MRP 313
9.11 Calcul du temps de reprise de l'interconnexion MRP 313
10 Base d'informations de gestion (MIB) MRP 314
10.1 Généralités 314
10.2 MIB MRP avec une vue de surveillance 315
10.3 MIB MRP avec une vue de gestion et de surveillance 329
Annexe A (normative) Version antérieure facultative du protocole du gestionnaire automatique 345
Annexe B (informative) Considérations sur le temps pour une vitesse de liaison de 10 Mbit/s 346
Annexe C (informative) Utilisation de MRP avec les mécanismes de programmation et de mise en forme définis dans l'IEEE Std 802.1Q et le trafic rapide à intercalage défini dans l'IEEE Std 802.3 348
C.1 Généralités 348
C.2 Eviter un impact négatif sur le temps de reprise d'un anneau MRP 348
C.2.1 Généralités 348
C.2.2 Trafic rapide à intercalage 349
C.2.3 Améliorations du trafic programmé 349
C.3 Lignes directrices de configuration pour améliorer les performances du MRP 349
C.3.1 Généralités 349
C.3.2 Trafic rapide à intercalage 350
C.3.3 Améliorations du trafic programmé 350
C.4 Calcul du temps de reprise de l'anneau MRP 351
C.4.1 Calcul du scénario le plus défavorable pour un temps de reprise de 10 ms selon la méthode de préemption des trames 351

C.4.2 Calcul du scénario le plus défavorable pour 50 appareils selon la méthode de préemption des trames 352
Annexe D (informative) Topologies d'interconnexion MRP et MRP avancées 353
D.1 Généralités 353
D.2 Anneaux MRP multiples à un commutateur (MRP-SSMR) 353
D.3 Interconnexion MRP multiple 353
D.4 Couplages d'interconnexions MRP multiples à deux commutateurs (MRP-I DSMC) 354
Bibliographie 355

Figure 1 – Deux anneaux MRP connectés de manière redondante par une interconnexion MRP 189
Figure 2 – Pile MRP 191
Figure 3 – Topologie en anneau MRP qui inclut un gestionnaire et des clients 192
Figure 4 – Anneau ouvert MRP avec le MRM 193
Figure 5 – Anneau MRP avec un MRA au démarrage du réseau 198
Figure 6 – Anneau MRP après le processus de vote du gestionnaire 198
Figure 7 – Processus de vote du gestionnaire 201
Figure 8 – MRA situé hors de l'anneau MRP 202
Figure 9 – Topologie d'interconnexion MRP 204
Figure 10 – Interconnexion ouverte d'un anneau MRP 205
Figure 11 – Machine de protocole MRP pour le MRM 241
Figure 12 – Machine de protocole MRP pour le MRC 253
Figure 13 – Machine de protocole MRP pour le MRA 259
Figure 14 – Machine de protocole MRP pour le MIM en RC-mode et en LC-mode 284
Figure 15 – Machine de protocole MRP pour le MIC en RC-mode et en LC-mode 293
Figure D.1 – Topologies MRP 353
Figure D.2 – Topologies d'interconnexion MRP 354
Figure D.3 – Topologie des couplages d'interconnexions MRP multiples à deux commutateurs 354

Tableau 1 – Codage de l'ID d'association de maintenance (MAID) 196
Tableau 2 – Service MRP Démarrage MRM 214
Tableau 3 – Service MRP Arrêt MRM 216
Tableau 4 – Service MRP Changement d'état 216
Tableau 5 – Service MRP Démarrage MRC 217
Tableau 6 – Service MRP Arrêt MRC 218
Tableau 7 – Service MRP Lecture MRM 219
Tableau 8 – Service MRP Lecture MRC 221
Tableau 9 – Service MRP Démarrage MIM 223
Tableau 10 – Service MRP Arrêt MIM 224
Tableau 11 – Service MRP Changement d'état d'interconnexion 225
Tableau 12 – Service MRP Démarrage MIC 226
Tableau 13 – Service MRP Arrêt MIC 227
Tableau 14 – Service MRP Lecture MIM 228

Tableau 15 – Service MRP Lecture MIC 230
Tableau 16 – Syntaxe de la DLPDU MRP selon l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 (IEEE Std 802.3) 231
Tableau 17 – Champ MRP OUI 232
Tableau 18 – Champ MRP MulticastMACAddress 232
Tableau 19 – Champ MRP TagControlInformation.Priority 233
Tableau 20 – Champ MRP LT 233
Tableau 21 – Syntaxe des APDU MRP 233
Tableau 22 – Substitutions MRP 234
Tableau 23 – MRP_TLVHeader.Type 235
Tableau 24 – MRP_SubTLVHeader.Type 235
Tableau 25 – MRP_Ed1Type et MRP_Ed1ManufacturerData 236
Tableau 26 – MRP_Ed1Type et MRP_Ed1ManufacturerData 236
Tableau 27 – MRP_Version 236
Tableau 28 – Codage du champ MRP_OtherMRMSA 237
Tableau 29 – MRP_Prio 237
Tableau 30 – Codage du champ MRP_OtherMRMPrio 237
Tableau 31 – MRP_PortRole 238
Tableau 32 – MRP_RingState 238
Tableau 33 – MRP_Interval 238
Tableau 34 – MRP_Transition 239
Tableau 35 – MRP_TimeStamp 239
Tableau 36 – MRP_Blocked 239
Tableau 37 – MRP_DomainUUID 240
Tableau 38 – MRP_InState 240
Tableau 39 – MRP_LinkInfo 241
Tableau 40 – Variables locales MRP de la machine de protocole du MRM 243
Tableau 41 – Diagramme d'états du MRM 244
Tableau 42 – Variables locales MRP de la machine de protocole du MRC 254
Tableau 43 – Diagramme d'états du MRC 254
Tableau 44 – Variables locales MRP de la machine de protocole du MRA 260
Tableau 45 – Diagramme d'états du MRA 261
Tableau 46 – Fonctions et macros MRP 279
Tableau 47 – Temporisateur d'annulation de la FDB MRP 283
Tableau 48 – Temporisateur de changement de topologie MRP 284
Tableau 49 – Variables locales MRP de la machine de protocole du MIM 286
Tableau 50 – Diagramme d'états du MIM en LC-mode 286
Tableau 51 – Diagramme d'états du MIM en RC-mode 289
Tableau 52 – Variables locales MRP de la machine de protocole du MIC 294
Tableau 53 – Diagramme d'états du MIC en LC-mode 294
Tableau 54 – Diagramme d'états du MIC en RC-mode 298
Tableau 55 – Fonctions d'interconnexion MRP 300
Tableau 56 – Temporisateur de changement de topologie d'interconnexion MRP 304

Tableau 57 – Temporisateur d'interrogation du statut de liaison d'interconnexion MRP 305
Tableau 58 – Paramètres de réseau/connexion MRP 305
Tableau 59 – Paramètres relatifs au MRM MRP 306
Tableau 60 – Paramètres relatifs au MRC MRP 307
Tableau 61 – Paramètres relatifs au MIM MRP 308
Tableau 62 – Paramètres relatifs au MIC MRP 309
Tableau A.1 – MRP_Option en mode compatible pour les remplacements de trames MRP_Test 345
Tableau A.2 – MRP_Option en mode compatible pour les remplacements de trames MRP_TestMgrNAck et MRP_TestPropagate 345

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – RÉSEAUX DE HAUTE DISPONIBILITÉ POUR L'AUTOMATISATION –

Partie 2: Protocole de redondance du support (MRP)

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.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 62439-2 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. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2016. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

a) application du protocole de vérification de la continuité;
b) introduction d'autres éléments de spécification pour les anneaux, les liaisons d'interconnexion et les rôles d'appareils;

c) extensions et informations concernant l'utilisation de débits de transmission inférieurs à 100 Mbit/s;

d) informations concernant l'utilisation du MRP, ainsi que les mécanismes de programmation et de mise en forme;

e) introduction d'un profil d'interconnexion MRP pour un temps de reconfiguration de 30 ms.

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

Projet	Rapport de vote
65C/1118/FDIS	65C/1137/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette Norme internationale.

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

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

La présente Norme internationale doit être lue conjointement avec l'IEC 62439-1.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62439, publiées sous le titre général *Réseaux de communication industriels – Réseaux de haute disponibilité pour l'automatisation*, se trouve sur le site web de l'IEC.

La présente norme IEC inclut des composants de code, c'est-à-dire des composants qui sont destinés à être traités directement par un ordinateur. Leur contenu correspond au texte placé entre les marqueurs <CODE BEGINS> et <CODE ENDS>, ou est clairement indiqué dans la présente norme comme étant un composant de code.

L'achat de la présente norme IEC inclut une licence de droits d'auteur qui permet à l'acheteur de vendre des logiciels qui contiennent des composants de code issus de la présente norme directement aux utilisateurs finaux et aux utilisateurs finaux par l'intermédiaire de distributeurs, sous réserve des conditions de licence logicielle de l'IEC, qui peuvent être consultées à l'adresse suivante: http://www.iec.ch/CCv1.

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

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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.

INTRODUCTION

La série IEC 62439 spécifie les principes pertinents relatifs aux réseaux de haute disponibilité qui respectent les exigences des réseaux industriels d'automatisation.

En l'absence de panne sur le réseau, les protocoles de la série IEC 62439 assurent une communication de données fiable et conforme à l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 (IEEE Std 802.3™) et préservent le caractère déterministe des communications de données en temps réel. En cas de panne, de retrait et d'insertion d'un composant, ils assurent des temps de reprise déterministes.

Ces protocoles conservent la totalité des fonctions de communication Ethernet classiques utilisées dans le monde professionnel, ce qui permet de continuer à utiliser le logiciel.

Le marché nécessite plusieurs solutions réseau, qui présentent des caractéristiques de performance et des capacités fonctionnelles différentes en fonction des différentes exigences de l'application. Ces solutions prennent en charge différents mécanismes et topologies de redondance qui sont présentés dans l'IEC 62439-1 et spécifiés dans les autres parties de la série IEC 62439. L'IEC 62439-1 distingue également les différentes solutions en fournissant des recommandations à l'utilisateur.

La série IEC 62439 suit la structure générale et les termes de la série IEC 61158.

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 d'un brevet. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ces droits de propriété.

Le détenteur de ces droits de propriété a donné l'assurance à l'IEC qu'il consent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. A ce propos, la déclaration du détenteur des droits de propriété est enregistrée à l'IEC. Des informations peuvent être obtenues dans la base de données des droits de propriété, disponible à l'adresse suivante: http://patents.iec.ch.

L'attention est d'autre part attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété autres que ceux qui ont été enregistrés dans la base de données des droits de propriété. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de l'identification de ces droits de propriété en tout ou partie.

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – RÉSEAUX DE HAUTE DISPONIBILITÉ POUR L'AUTOMATISATION –

Partie 2: Protocole de redondance du support (MRP)

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

La série IEC 62439 s'applique aux réseaux de haute disponibilité pour l'automatisation qui reposent sur la technologie ISO/IEC/IEEE 8802-3 (IEEE Std 802.3) (Ethernet).

La présente partie de la série IEC 62439 spécifie un protocole de reprise reposant sur une topologie en anneau, qui est conçu pour réagir de manière déterministe en cas de défaillance unique sur une maille interétage ou sur un commutateur du réseau, sous le contrôle d'un nœud du gestionnaire de redondance du support dédié.

1.2 Répartition des composants de code

Chaque composant de code est un paquet ZIP qui contient au moins la représentation électronique du composant de code lui-même et un fichier qui décrit le contenu du paquet (IECManifest.xml).

Le fichier IECManifest contient différentes sections qui fournissent des informations sur:

- la notice de droit d'auteur;
- l'identification du composant de code;
- la publication relative au composant de code;
- la liste des fichiers électroniques qui composent le composant de code;
- une liste facultative de fichiers historiques qui permet de suivre les modifications apportées au cours du processus d'évolution du composant de code.

Les composants de code inclus dans la présente norme IEC sont un ensemble de MIB SNMP. Le composant de code IEC-62439-2-MIB.mib est un fichier qui contient la MIB avec la vue de gestion et de surveillance. Il sera disponible dans une version complète, qui contient la MIB définie dans le présent document ainsi que la documentation associée, et dont l'accès est réservé à l'acheteur du présent document.

Le composant de code (version complète) est librement accessible en téléchargement sur le site web de l'IEC à l'adresse suivante: https://www.iec.ch/sc65c/supportingdocuments/IEC_62439-2.MIB.{VersionStateInfo}.full.zip, mais son utilisation reste soumise aux conditions de licence.

Le cycle de vie d'un composant de code ne se limite pas au cycle de vie de la publication correspondante. Le cycle de vie de la publication comprend deux étapes, la Version (qui correspond à une édition) et la Révision (qui correspond à un amendement). Par conséquent, de nouvelles versions des composants de code peuvent être publiées, qui remplacent la version précédente, et sont disponibles sur le site web de l'IEC à l'adresse suivante: https://www.iec.ch/sc65c/supportingdocuments.

La dernière version/publication du document est accessible en sélectionnant le fichier IEC_62439-2.MIB.{VersionStateInfo}.full.zip du composant de code dont la valeur de VersionStateInfo est la plus élevée.

Si le code téléchargeable et le contenu publié par l'IEC au format PDF diffèrent, le code téléchargeable est le contenu valide; il peut faire l'objet de mises à jour. Voir les fichiers historiques.

2 Références normatives

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

IEC 60050-192, *Vocabulaire électrotechnique international – Partie 192: Sûreté de fonctionnement* (disponible à l'adresse www.electropedia.org)

IEC 61158-6-10:2019, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 6-10: Spécification de protocole de couche d'application – Eléments de type 10*

IEC 62439-1:2010, *Réseaux industriels de communication industriels – Réseaux d'automatisme à haute disponibilité – Partie 1: Concepts généraux et méthodes de calcul*
IEC 62439-1:2010/AMD1:2012
IEC 62439-1:2010/AMD2:2016[1]

ISO/IEC 10164-1, *Information technology — Open Systems Interconnection — Systems Management: Object Management Function — Amendment 1: Implementation conformance statement proformas (disponible en anglais seulement)*

ISO/IEC/IEEE 8802-3, *Telecommunications and exchange between information technology systems – Requirements for local and metropolitan area networks – Part 3: Standard for Ethernet* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 802.1Q-2018, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks – Bridges and Bridged Networks* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 802.3-2018, *IEEE Standard for Ethernet* (disponible en anglais seulement)

[1] Il existe une version consolidée de cette publication qui comprend l'IEC 62439-1:2010, l'IEC 62439-1:2010/AMD1:2012 et l'IEC 62439-1:2010/AMD2:2016.