

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**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.
--

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/AMD2:2016¹

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 protocole 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: Sécurité 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 – Éléments 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/AMD2:2016¹

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.