

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XB

ICS 25.040, 35.040

ISBN 978-2-88912-000-0

**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.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms, definitions, abbreviations, acronyms, and conventions	8
3.1 Terms and definitions	8
3.2 Abbreviations and acronyms.....	8
3.3 Conventions	9
4 MRP Overview.....	9
5 MRP Media redundancy behavior	10
5.1 Ring ports	10
5.2 Media Redundancy Manager (MRM).....	11
5.3 Media Redundancy Client (MRC).....	12
5.4 Redundancy domain.....	12
5.5 Usage with diagnosis and alarms	12
5.6 Ring diagnosis.....	13
5.7 Multiple MRM in a single ring	13
5.8 BLOCKED not supported (option).....	13
6 MRP Class specification	14
6.1 General	14
6.2 Template	14
6.3 Attributes.....	14
7 MRP service specification.....	17
7.1 Start MRM	17
7.2 Stop MRM	18
7.3 State Change	19
7.4 Start MRC	20
7.5 Stop MRC.....	21
7.6 Read MRM.....	22
7.7 Read MRC.....	24
8 MRP protocol specification	25
8.1 PDU description	25
8.1.1 Basic data types	25
8.1.2 DLPDU abstract syntax reference	25
8.1.3 Coding of the DLPDU field SourceAddress	26
8.1.4 Coding of the DLPDU field DestinationAddress.....	26
8.1.5 Coding of the field TagControlInformation.....	27
8.1.6 Coding of the field LT	27
8.1.7 MRP APDU abstract syntax	27
8.1.8 Coding of the field MRP_TLVHeader	28
8.1.9 Coding of the field MRP_Version	29
8.1.10 Coding of the field MRP_SequenceID	29
8.1.11 Coding of the field MRP_SA	29
8.1.12 Coding of the field MRP_Prio.....	29
8.1.13 Coding of the field MRP_PortRole	29
8.1.14 Coding of the field MRP_RingState.....	29

8.1.15	Coding of the field MRP_Interval	30
8.1.16	Coding of the field MRP_Transition	30
8.1.17	Coding of the field MRP_TimeStamp	30
8.1.18	Coding of the field MRP_Blocked	30
8.1.19	Coding of the field MRP_ManufacturerOUI	31
8.1.20	Coding of the field MRP_ManufacturerData	31
8.1.21	Coding of the field MRP_DomainUUID	31
8.2	Protocol machines	31
8.2.1	MRM protocol machine	31
8.2.2	MRC protocol machine	41
8.2.3	MRM and MRC functions	48
8.2.4	FDB clear timer	51
8.2.5	Topology change timer	51
9	MRP installation, configuration and repair	51
9.1	Ring port parameters	51
9.2	Ring topology parameters	52
9.3	MRM parameters	52
9.4	MRC parameters and constraints	52
9.5	Calculation of MRP ring recovery time	53
9.5.1	Overview	53
9.5.2	Deduction of formula	53
9.5.3	Worst case calculation for recovery time of 10 ms	55
9.5.4	Worst case calculation for 50 devices	56
10	MRP Management Information Base (MIB)	56
10.1	General	56
10.2	MRP MIB with a monitoring view	56
10.3	MRP MIB with a management and monitoring view	64
	Bibliography	73
	Figure 1 – MRP stack	10
	Figure 2 – MRP ring topology with one manager and clients	11
	Figure 3 – MRP open ring with MRM	11
	Figure 4 – MRP ring with more than one MRM	13
	Figure 5 – MRP protocol machine for MRM	32
	Figure 6 – MRP protocol machine for MRC	42
	Table 1 – MRP Start MRM	17
	Table 2 – MRP Stop MRM	18
	Table 3 – MRP Change State	19
	Table 4 – MRP Start MRC	20
	Table 5 – MRP Stop MRC	21
	Table 6 – MRP Read MRM	22
	Table 7 – MRP Read MRC	24
	Table 8 – MRP DLPDU syntax for ISO/IEC 8802-3 (IEEE 802.3)	26
	Table 9 – MRP OUI	26
	Table 10 – MRP MulticastMACAddress	27

Table 11 – MRP TagControlInformation.Priority field	27
Table 12 – MRP LT field	27
Table 13 – MRP APDU syntax	28
Table 14 – MRP Substitutions	28
Table 15 – MRP_TLVHeader.Type	28
Table 16 – MRP_Version	29
Table 17 – MRP_Prio	29
Table 18 – MRP_PortRole	29
Table 19 – MRP_RingState	30
Table 20 – MRP_Interval	30
Table 21 – MRP_Transition	30
Table 22 – MRP_TimeStamp	30
Table 23 – MRP_Blocked	31
Table 24 – MRP_DomainUUID	31
Table 25 – MRP Local variables of MRM protocol machine	33
Table 26 – MRM State machine	34
Table 27 – MRP Local variables of MRC protocol machine	43
Table 28 – MRC state machine	43
Table 29 – MRP functions	49
Table 30 – MRP FDB clear timer	51
Table 31 – MRP topology change timer	51
Table 32 – MRP Network/Connection parameters	52
Table 33 – MRP MRM parameters	52
Table 34 – MRP MRC parameters	53

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.

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

This standard cancels and replaces IEC 62439 published in 2008. This first edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to IEC 62439 (2008):

- adding a calculation method for RSTP (rapid spanning tree protocol, IEEE 802.1Q),
- adding two new redundancy protocols: HSR (High-availability Seamless Redundancy) and DRP (Distributed Redundancy Protocol),
- moving former Clauses 1 to 4 (introduction, definitions, general aspects) and the Annexes (taxonomy, availability calculation) to IEC 62439-1, which serves now as a base for the other documents,
- moving Clause 5 (MRP) to IEC 62439-2 with minor editorial changes,
- moving Clause 6 (PRP) was to IEC 62439-3 with minor editorial changes,
- moving Clause 7 (CRP) was to IEC 62439-4 with minor editorial changes, and

- moving Clause 8 (BRP) was to IEC 62439-5 with minor editorial changes,
- adding a method to calculate the maximum recovery time of RSTP in a restricted configuration (ring) to IEC 62439-1 as Clause 8,
- adding specifications of the HSR (High-availability Seamless Redundancy) protocol, which shares the principles of PRP to IEC 62439-3 as Clause 5, and
- introducing the DRP protocol as IEC 62439-6.

This bilingual version (2012-12) corresponds to the English version, published in 2010-02.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
65C/583/FDIS	65C/589/RVD

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

The French version of this standard has not been voted upon.

This International Standard is to be read in conjunction with IEC 62439-1:2010, *Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 1: General concepts and calculation methods*.

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

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

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

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

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 8802-3 (IEEE 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 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 concerning ring protocol given in Clause 5.

IEC takes no position concerning the evidence, validity and scope of this patent right.

The holder of this patent right has assured the IEC that he/she is willing to negotiate licences either free of charge or 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:

Siemens AG A&D
Gleiwitzerstr. 555
Nürnberg 90475
Germany

and

Hirschmann Automation and Control GmbH
Stuttgarter Strasse 45-51
Neckartenzlingen 72654
Germany

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

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

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – HIGH AVAILABILITY AUTOMATION NETWORKS –

Part 2: Media Redundancy Protocol (MRP)

1 Scope

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

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 60050-191:1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 61158-6-10, *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*

ISO/IEC 8802-3:2000, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications*

IEEE 802.1Q, *IEEE standards for local and metropolitan area network. Virtual bridged local area networks*

IEEE 802.1D:2004, *IEEE standard for local Local and metropolitan area networks Media Access Control (MAC) Bridges*

3 Terms, definitions, abbreviations, acronyms, and conventions

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-191, as well as in IEC 62439-1, apply.

3.2 Abbreviations and acronyms

For the purposes of this document, the abbreviations and acronyms given in IEC 62439-1 apply, in addition to the following.

MRC Media Redundancy Client

MRM Media Redundancy Manager

MRP Media Redundancy Protocol

3.3 Conventions

This document follows the conventions defined in IEC 62439-1.

4 MRP Overview

The Media Redundancy Protocol (MRP) specifies a recovery protocol based on a ring topology.

MRP is designed to react deterministically on a single failure of an inter-switch link or switch in the network.

MRP is based on functions of ISO/IEC 8802-3 (IEEE 802.3) and IEEE 802.1D including the Filtering Data Base (FDB) and is located between the Data Link Layer and Application Layer (see Figure 1).

NOTE 1 Layering is assumed to be according to IEC 61158-1.

A compliant network shall have a ring topology with multiple nodes.

One of the nodes has the role of a media redundancy manager (MRM). The function of the MRM is to observe and to control the ring topology in order to react on network faults. The MRM does this by sending frames on one ring port over the ring and receiving them from the ring over its other ring port, and vice-versa in the other direction.

The other nodes in the ring have the role of media redundancy clients (MRC). An MRC reacts on received reconfiguration frames from the MRM and can detect and signal link changes on its ring ports.

A compliant node shall have the ability to perform as one of the following:

- media redundancy manager (MRM),
- media redundancy client (MRC), or
- both MRM and MRC (but both roles shall not be active at the same time).

Each MRP compliant node requires a switch element with two ring ports connected to the ring.

NOTE 2 Additional ring ports may be used to connect to another ring.

Each node in the ring is able to detect the failure or recovery of an inter-switch link or the failure or recovery of a neighboring node (see 5.1).

The MRP consists of a service and a protocol entity, see stack model in Figure 1.

The service entity specifies, in an abstract way, the externally visible service provided by the Data Link Layer in terms of:

- primitive actions and events of the service,
- parameters associated with each primitive action and event, and the form which they take, and
- interrelationship between these actions and events, and their valid sequences.

MRP defines the services provided to

- the Application Layer at the boundary between the Application Layer and the Data Link Layer, and
- the MRP Management at the boundary between the Data Link Layer and the MRP Management.

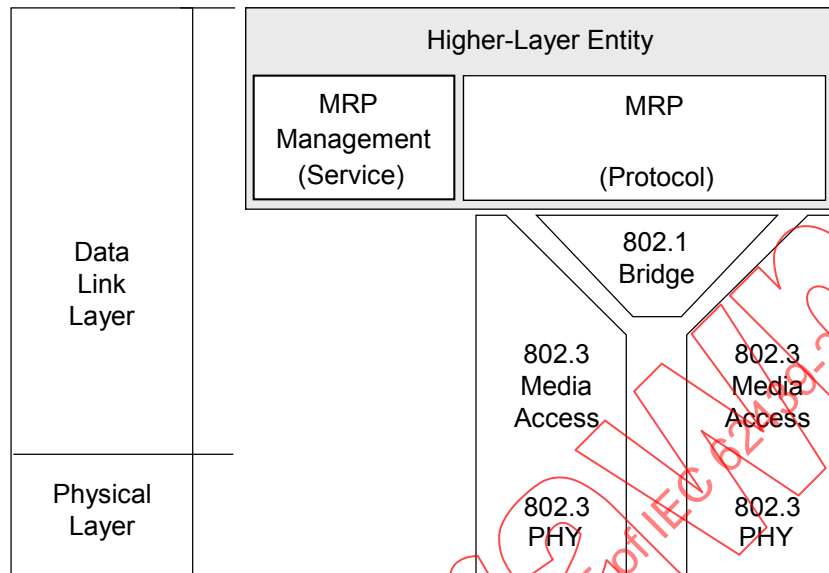


Figure 1 – MRP stack

IEC 350/10

5 MRP Media redundancy behavior

5.1 Ring ports

The MRM and the MRC shall have two ring ports.

The MRM and MRC shall be able to detect the failure or recovery of a link on a ring port with mechanisms based on ISO/IEC 8802-3 (IEEE 802.3).

The MRM and MRC shall not forward MRP_Test frames, MRP_TopologyChange frames, and MRP_LinkChange frames to non-ring ports.

A ring port shall take one of the following port states:

- **DISABLED:**
All frames shall be dropped.
- **BLOCKED:**
All frames shall be dropped except the following:
 - MRP_TopologyChange frames and MRP_Test frames.
 - MRP_LinkChange frames from an MRC.
 - Frames specified in IEEE 802.1D (2004) Table 7-10 to pass ports in “Discarding” state (e.g. LLDP, IEC 61588 (IEEE 1588) PTP).
 - Frames only produced or consumed by the higher layer entities of this node and never forwarded.
- **FORWARDING:**
All frames shall be passed through according to the forwarding behavior of IEEE 802.1D.

NOTE IEEE 802.1D refers to the port state corresponding to BLOCKED as “Discarding”.

5.2 Media Redundancy Manager (MRM)

The first ring port of the MRM shall be connected to a ring port of an MRC. The other ring port of that MRC shall be connected to a ring port of another MRC or to the second ring port of the MRM, thereby forming a ring topology as shown in Figure 2.

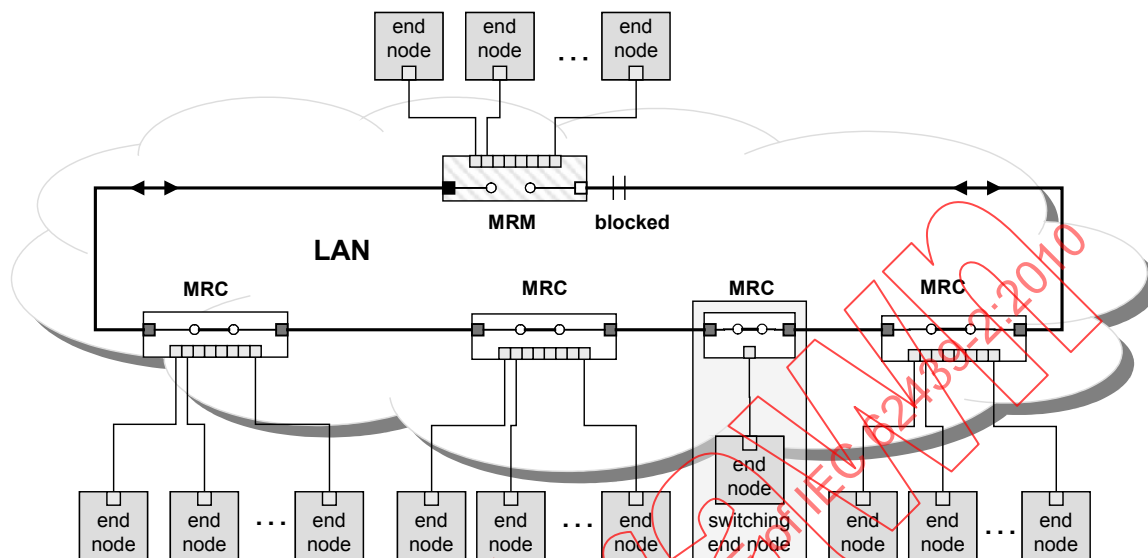


Figure 2 – MRP ring topology with one manager and clients

IEC 351/10

The MRM shall control the ring state by:

- sending MRP_Test frames at a configured time period in both directions of the ring;
- setting one ring port in FORWARDING state and the other ring port in BLOCKED state if it receives its own MRP_Test frames (this means that the ring is closed, see Figure 2);
- setting both ring ports in FORWARDING state if it does not receive its own MRP_Test frames within a configured time according to MRP_TSTdefaultT, MRP_TSTshortT and MRP_TSTNRmax in Table 33 (this means that the ring is open, see Figure 3).

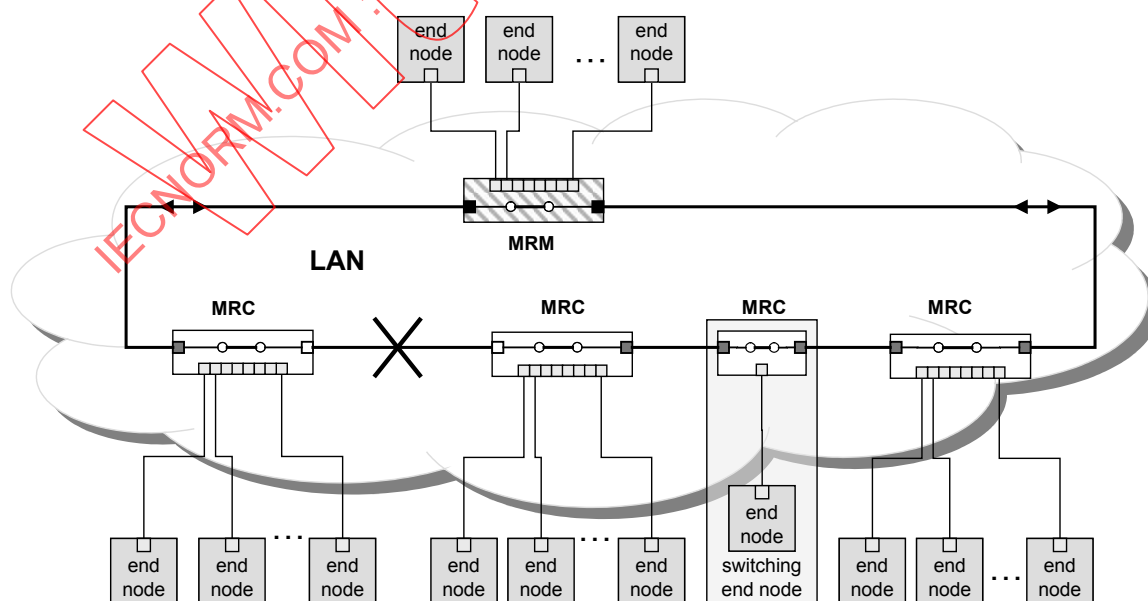


Figure 3 – MRP open ring with MRM

IEC 352/10

The following mechanism supports synchronization between MRM and MRC in ring topology changes.

The MRM shall indicate changes in the ring state to the MRCs by means of MRP_TopologyChange frames.

The MRM shall not forward MRP specific frames (MRP_Test frames, MRP_TopologyChange frames, MRP_LinkChange frames) between its ring ports.

If the MRM receives an MRP_LinkUp or MRP_LinkDown frame, then the MRM shall reduce its test monitoring time according to Table 33 to accelerate the detection of the open ring. When the open ring is detected then the MRM shall send the MRP_TopologyChange frames through both its ring ports.

Optionally the MRM shall send the MRP_TopologyChange frames through its ring ports. This option is selected by setting the parameter REACT_ON_LINK_CHANGE, see Table 26.

The MRM shall send to the MRCs an MRP_TopologyChange frame with the delay, after which the ring topology change will be performed. The parameter carrying this delay is called MRP_Interval. When this time has expired, all MRCs shall clear their filtering database (FDB).

Each MRC shall send the configured delay in MRP_Interval to the MRM in the MRP_LinkUp and MRP_LinkDown frames to tell the MRM after which time the MRC will change its port state from BLOCKED to FORWARDING (MRP_LinkUp frame) or to DISABLED (MRP_LinkDown frame).

Measures shall be included to prevent the MRM from remaining stuck in the closed state in case of node failure.

5.3 Media Redundancy Client (MRC)

Each MRC shall forward MRP_Test frames received on one ring port to the other ring port and vice versa.

If the MRC detects a failure or recovery of a ring port link, the MRC may optionally notify the change by sending MRP_LinkChange frames through both of its ring ports. Each MRC shall forward MRP_LinkChange frames received on one ring port to the other ring port and vice versa.

Each MRC shall forward MRP_TopologyChange frames received on one ring port to the other ring port and vice versa. Each MRC shall process these frames. It shall clear its FDB if requested by an MRP_TopologyChange frame in a given time interval (see Table 33, MRP_TOPchgT).

5.4 Redundancy domain

The redundancy domain represents a ring. By default, all MRM and MRCs belong to the default domain. A unique domain ID can be allocated as a key attribute, especially if an MRM or an MRC is member of multiple rings. A node shall assign exactly two unique ring ports per redundancy domain.

NOTE 1 A device may have other ports than the two assigned to MRP. These other ports are not influenced by MRP.

NOTE 2 MRP ports should behave as if RSTP is disabled.

5.5 Usage with diagnosis and alarms

If the attribute Check Media Redundancy has the value TRUE, media redundancy events shall cause diagnosis events and alarm notifications.

5.6 Ring diagnosis

In a redundancy domain the following diagnosis events handling shall be implemented by each MRM.

- If a device is configured as MRM, but not operating in the manager role, it shall signal a “MANAGER_ROLE_FAIL” diagnosis event and suspend reporting of all other media redundancy diagnosis events while not in the manager role.
- If a device is operating in manager role and this device detects another active MRM, it shall signal the “MULTIPLE MANAGERS” event. This event can occur concurrently with the ring state event “RING_OPEN”.
- If a device is operating in manager role and detects an open ring, it shall signal the “RING_OPEN” event.

These events shall be signalled by using the State Change service see 7.3.

NOTE The presence of MRP_Test frames enables the checking of the existence of an MRM.

5.7 Multiple MRM in a single ring

There shall be only one active MRM in the ring even if several nodes have this ability.

NOTE Multiple active MRMs cause the ring to divide itself into several segments.

As an option, in case of more than one node having the ability to become an MRM in the ring, an enhanced protocol not specified in this International Standard may be used to decide which of these nodes shall become the MRM, while the other nodes take over the MRC role as shown in Figure 4. To this effect the nodes with the MRM ability have different priorities that shall be conveyed in the MRP_Prio field of the MRP_Test frame.

If an optional protocol for multiple MRM in a single ring is used then all MRM in the ring shall support the same protocol. The vendor shall specify the supported protocols.

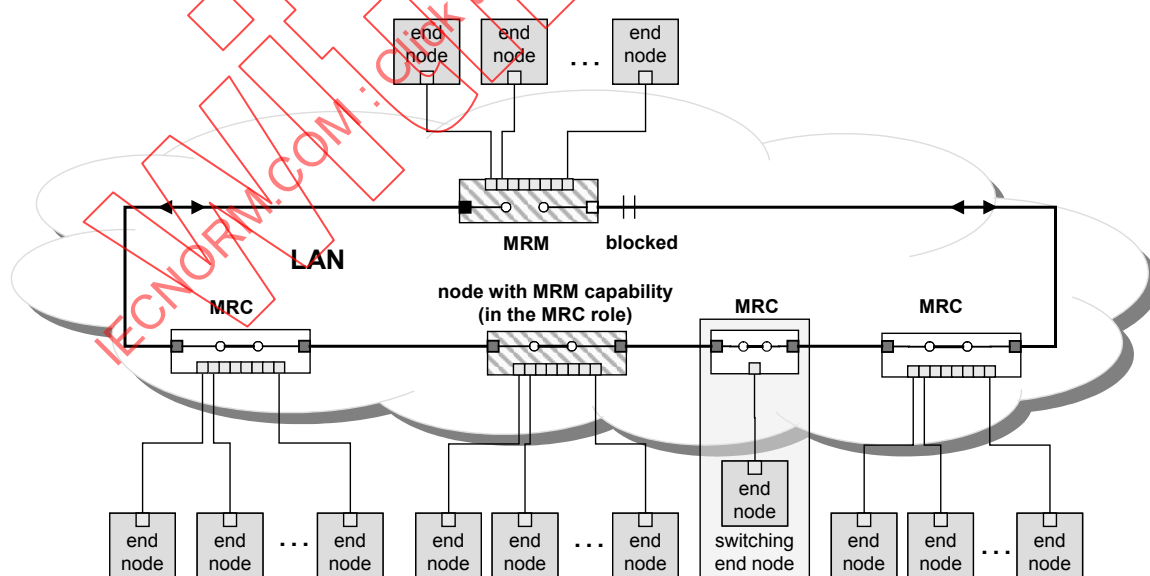


Figure 4 – MRP ring with more than one MRM

IEC 353/10

5.8 BLOCKED not supported (option)

If an MRC is not able to support the BLOCKED port state at its ring ports, the MRC shall report it in the corresponding parameter of the MRP_LinkChange frames.

If an MRC does not support the BLOCKED state in a ring, then a MRM shall support additional functionalities (see Table 26, MRP_BLOCKED_SUPPORTED).

6 MRP Class specification

6.1 General

The MRP Application Service Element (ASE) defines one object type.

6.2 Template

An MRP object is described by the following template:

ASE:		Media redundancy ASE	
CLASS:		Media redundancy	
CLASS ID:		not used	
PARENT CLASS:		IEEE 802.3, IEEE 802.1D	
ATTRIBUTES:			
1.	(m)	Key Attribute:	Domain ID
2.	(m)	Attribute:	Domain Name
3.	(m)	Attribute:	Ring Port 1 ID
4.	(m)	Attribute:	Ring Port 2 ID
5.	(o)	Attribute:	VLAN ID
6.	(m)	Attribute:	Expected Role (MANAGER, CLIENT)
7.	(c)	Constraint:	Expected Role = MANAGER
7.1	(m)	Attribute:	Manager Priority
7.2	(m)	Attribute:	Topology Change Interval
7.3	(m)	Attribute:	Topology Change Repeat Count
7.4	(m)	Attribute:	Short Test Interval
7.5	(m)	Attribute:	Default Test Interval
7.6	(m)	Attribute:	Test Monitoring Count
7.7	(m)	Attribute:	Non-blocking MRC supported (TRUE, FALSE)
7.8	(c)	Constraint:	Non-blocking MRC supported = TRUE
7.8.1	(m)	Attribute:	Test Monitoring Extended Count
7.9	(o)	Attribute:	React On Link Change (TRUE, FALSE)
7.10	(m)	Attribute:	Check Media Redundancy (TRUE, FALSE)
7.10.1	(c)	Constraint:	Check Media Redundancy = TRUE
7.10.1.1	(m)	Attribute:	Real Role State
7.10.1.2	(m)	Attribute:	Real Ring State
7.10.1.3	(o)	Attribute:	Ring Port 1 Port State
7.10.1.4	(o)	Attribute:	Ring Port 2 Port State
8.	(c)	Constraint:	Expected Role = CLIENT
8.1	(m)	Attribute:	Link Down Interval
8.2	(m)	Attribute:	Link Up Interval
8.3	(m)	Attribute:	Link Change Count
8.4	(o)	Attribute:	Ring Port 1 Port State
8.5	(o)	Attribute:	Ring Port 2 Port State
8.6	(m)	Attribute:	BLOCKED state supported (TRUE, FALSE)
SERVICES:			
1	(m)	OpsService:	Start MRM
2	(m)	OpsService:	Stop MRM
3	(o)	OpsService:	State Change
4	(m)	OpsService:	Start MRC
5	(m)	OpsService:	Stop MRC
6	(o)	OpsService:	Read MRM
7	(o)	OpsService:	Read MRC

6.3 Attributes

Domain ID

This key attribute defines the redundancy domain representing the ring the MRP object belongs to. It is set to default Domain ID or provided as unique ID by engineering.

Attribute Type: UUID

Domain Name

This attribute defines the redundancy domain representing the ring the Media redundancy object belongs to. It is set to default Domain Name or provided as unique ID by engineering.

Attribute Type: VisibleString[240]

Ring Port 1 ID

This attribute specifies one port of a switch which is assigned as ring port 1 in the redundancy domain referenced by the value of the attribute Domain ID.

Attribute Type: Unsigned16

Ring Port 2 ID

This attribute specifies another port of a switch different from Ring Port 1 ID which is assigned as ring port 2 in the redundancy domain referenced by the value of the attribute Domain ID.

Attribute Type: Unsigned16

VLAN ID

This optional attribute may be used by the MRP object and specifies its VLAN identifier in the redundancy domain.

Attribute Type: Unsigned16

Expected Role

This attribute specifies the role of the MRP object in the redundancy domain.

Attribute Type: Unsigned16

Allowed values: MANAGER, CLIENT

Manager Priority

This attribute shall contain the priority of the MRM. A lower value indicates a higher priority, 0x0000 (highest priority) to 0xF000 (lowest priority) in increments of 0x1000.

Attribute Type: Unsigned16

Topology Change Interval

This attribute specifies the interval for sending MRP_TopologyChange frames.

Attribute Type: Unsigned16

Topology Change Repeat Count

This attribute specifies the interval count which controls repeated transmissions of MRP_TopologyChange frames.

Attribute Type: Unsigned16

Short Test Interval

This attribute specifies the short interval for sending MRP_Test frames on ring ports after link changes in the ring.

Attribute Type: Unsigned16

Default Test Interval

This attribute specifies the default interval for sending MRP_Test frames on ring ports.

Attribute Type: Unsigned16

Test Monitoring Count

This attribute specifies the interval count for monitoring the reception of MRP_Test frames.

Attribute Type: Unsigned16

Non-blocking MRC supported

This attribute specifies the ability of the MRM to support MRCs without BLOCKED port state support in the ring.

Attribute Type: Boolean

Test Monitoring Extended Count

This attribute specifies the extended interval count for monitoring the reception of MRP_Test frames.

Attribute Type: Unsigned16

React On Link Change

This optional attribute specifies whether the MRM reacts on MRP_LinkChange frames or not.

Attribute Type: Boolean

Check Media Redundancy

This attribute specifies whether monitoring of MRM state is enabled (TRUE) or disabled (FALSE) in the redundancy domain.

Attribute Type: Boolean

Real Role State

This attribute specifies the actual role of the MRP object in the redundancy domain.

Attribute Type: Unsigned16

Allowed values: MANAGER, CLIENT, UNDEFINED

Real Ring State

This attribute specifies the actual ring state of the MRP object in the redundancy domain. The Ring State shall have one of the following values:

OPEN: Ring is open due to link or MRC failure in ring.

CLOSED: Ring is closed (normal operation, no error).

UNDEFINED: Shall be set if the attribute Real Role State contains the value CLIENT (i.e. MRP object was reconfigured to client role).

Attribute Type: Unsigned16

Allowed values: OPEN, CLOSED, UNDEFINED

Ring Port 1 Port State

This optional attribute specifies the actual port state of Ring Port 1. The Ring Port 1 state shall be specified according to Ring port states in 5.1.

Attribute Type: Unsigned16

Allowed values: DISABLED, BLOCKED, FORWARDING

Ring Port 2 Port State

This optional attribute specifies the actual port state of Ring Port 2. The Ring Port 2 state shall be specified according to Ring port states in 5.1.

Attribute Type: Unsigned16

Allowed values: DISABLED, BLOCKED, FORWARDING

Link Down Interval

This attribute specifies the interval for sending MRP_LinkDown frames on ring ports.

Attribute Type: Unsigned16

Link Up Interval

This attribute specifies the interval for sending MRP_LinkUp frames on ring ports.

Attribute Type: Unsigned16

Link Change Count

This attribute specifies the MRP_LinkChange frame count which controls repeated transmission of MRP_LinkChange frames.

Attribute Type: Unsigned16

BLOCKED state supported

This attribute specifies whether the MRC supports BLOCKED state at its ring ports or not.

Attribute Type: Boolean

7 MRP service specification

7.1 Start MRM

The Start MRM service creates a local instance of the MRM protocol machine.

Table 1 shows the parameters of the service.

Table 1 – MRP Start MRM

Parameter name	Req	Cnf
Argument	M	
Domain ID	M	
Ring Port 1 ID	M	
Ring Port 2 ID	M	
VLAN ID	U	
Manager Priority	U	
Topology Change Interval	U	
Topology Change Repeat Count	U	
Short Test Interval	U	
Default Test Interval	U	
Test Monitoring Count	U	
Non-blocking MRC supported	U	
Test Monitoring Extended Count	U	
React On Link Change	U	
Check Media Redundancy	U	
Result(+)		S
Domain ID		M
Result(-)		S
Domain ID		M
Error Code		M

Argument

The argument shall convey the service specific parameters of the service request.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Ring Port 1 ID

This parameter contains the ID of the port which serves as first ring port.

Ring Port 2 ID

This parameter contains the ID of the port which serves as second ring port.

VLAN ID

This optional parameter contains the value for the VLAN identifier.

Manager Priority

This parameter contains the value for the manager priority.

Topology Change Interval

This parameter contains the value of the interval for sending MRP_TopologyChange frames.

Topology Change Repeat Count

This parameter contains the value of the interval count which controls repeated transmissions of MRP_TopologyChange frames.

Short Test Interval

This parameter contains the value of the short interval for sending MRP_Test frames on ring ports after link changes in the ring.

Default Test Interval

This parameter contains the value of the default interval for sending MRP_Test frames on ring ports.

Test Monitoring Count

This parameter contains the value of the interval count for monitoring the reception of MRP_Test frames.

Non-blocking MRC supported

This parameter specifies the ability of the MRM to support MRCs without BLOCKED port state support in the ring.

Test Monitoring Extended Count

This optional parameter contains the value of the extended interval count for monitoring the reception of MRP_Test frames.

React On Link Change

This optional parameter specifies whether the MRM reacts on MRP_LinkChange frames or not.

Check Media Redundancy

This parameter selects whether monitoring of MRM state is enabled or disabled.

Result(+)

This parameter indicates that the service request succeeded.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Result(-)

This parameter indicates that the service request failed.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Error Code

The parameter Result contains the error code of the specific error.

Type: Unsigned16

Allowed values: DOMAIN_ID_MISMATCH, ROLE_NOT_SUPPORTED, INVALID_RINGPORT

7.2 Stop MRM

This service shall be used to stop the MRM protocol machine. Ring port states and switch functionality remain.

Table 2 shows the parameters of the service.

Table 2 – MRP Stop MRM

Parameter name	Req	Cnf
Argument	M	
Domain ID	M	
Result(+)		S
Domain ID		M

Parameter name	Req	Cnf
Result(-)		S
Domain ID		M
Error Code		M
NOTE For the meaning of Req, Cnf, M and S, refer to ISO/IEC 10164-1.		

Argument

The argument shall convey the service specific parameters of the service request.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Result(+)

This parameter indicates that the service request succeeded.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Result(-)

This parameter indicates that the service request failed.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Error Code

The parameter Result contains the error code of the specific error.

Type: Unsigned16

Allowed values: DOMAIN_ID_MISMATCH

7.3 State Change

This service shall be used to indicate a change of the MRP domain state.

Table 3 shows the parameters of the service.

Table 3 – MRP Change State

Parameter name	Ind
Argument	M
Domain ID	M
Error Type List	M
NOTE For the meaning of Ind and M refer to ISO/IEC 10164-1.	

Argument

The argument shall convey the service specific parameters of the service request.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Error Type List

This attribute consists of the following elements:

Error Type

This attribute identifies a media redundancy error.

Attribute Type: Unsigned16

Allowed values: MANAGER_ROLE_FAIL, RING_OPEN, MULTIPLE MANAGERS

Appear

This attribute identifies whether the error appears or disappears.

Attribute Type: Boolean

Allowed values: TRUE, FALSE

7.4 Start MRC

The Start MRC service creates an instance of the MRC protocol machine.

Table 4 shows the parameters of the service.

Table 4 – MRP Start MRC

Parameter name	Req	Cnf
Argument	M	
Domain ID	M	
Ring Port 1 ID	M	
Ring Port 2 ID	M	
VLAN ID	U	
Link Down Interval	U	
Link Up Interval	U	
Link Change Count	U	
BLOCKED state supported	U	
Result(+)		S
Domain ID		M
Result(-)		S
Domain ID		M
Error Code		M
NOTE – For the meaning of Req, Cnf, S, M and U, refer to ISO/IEC 10164-1.		

Argument

The argument shall convey the service specific parameters of the service request.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Ring Port 1 ID

This parameter contains the ID of the port which serves as first ring port.

Ring Port 2 ID

This parameter contains the ID of the port which serves as second ring port.

VLAN ID

This optional parameter contains the value for the VLAN identifier.

Link Down Interval

This parameter contains the value of the interval for sending MRP_LinkDown frames on ring ports.

Link Up Interval

This parameter contains the value of the interval for sending MRP_LinkUp frames on ring ports.

Link Change Count

This parameter contains the value of the MRP_LinkChange frame count which controls repeated transmissions of MRP_LinkUp or MRP_LinkDown frames.

BLOCKED state supported

This parameter specifies whether the MRC supports BLOCKED state at its ring ports or not.

Result(+)

This parameter indicates that the service request succeeded.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Result(-)

This parameter indicates that the service request failed.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Error Code

The parameter Result contains the error code of the specific error.

Type: Unsigned16

Allowed values: DOMAIN_ID_MISMATCH, ROLE_NOT_SUPPORTED, INVALID_RINGPORT

7.5 Stop MRC

This service shall be used to stop the MRC protocol machine. Ring port states and switch functionality remain. Table 5 shows the parameters of the service.

Table 5 – MRP Stop MRC

Parameter name	Req	Cnf
Argument	M	
Domain ID	M	
Result(+)		S
Domain ID		M
Result(-)		S
Domain ID		M
Error Code		M
NOTE For the meaning of Req, Cnf, S and M, refer to ISO/IEC 10164-1.		

Argument

The argument shall convey the service specific parameters of the service request.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Result(+)

This parameter indicates that the service request succeeded.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Result(-)

This parameter indicates that the service request failed.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Error Code

The parameter Result contains the error code of the specific error.

Type: Unsigned16

Allowed values: DOMAIN_ID_MISMATCH

7.6 Read MRM

The optional Read MRM service reads the actual state of the MRM protocol machine.

Table 6 shows the parameters of the service.

Table 6 – MRP Read MRM

Parameter name	Req	Rsp
Argument	M	
Domain ID	M	
Result(+)		S
Domain ID		M
Ring Port 1 ID		M
Ring Port 2 ID		M
VLAN ID		U
Manager Priority		M
CheckMediaRedundancy		M
Real Role State		M
Real Ring State		M
Ring Port 1 Port State		U
Ring Port 2 Port State		U
Topology Change Interval		U
Topology Change Repeat Count		U
Short Test Interval		U
Default Test Interval		U
Test Monitoring Count		U
Non-blocking MRC supported		U
Test Monitoring Extended Count		U
React On Link Change		U
Result(-)		S
Domain ID		M
Error Code		M
NOTE For the meaning of Req, Rsp, Cnf, M, U and S, refer to ISO/IEC 10164-1.		

Argument

The argument shall convey the service specific parameters of the service request.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Result(+)

This parameter indicates that the service request succeeded.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Ring Port 1 ID

This parameter contains the ID of the port which serves as first ring port.

Ring Port 2 ID

This parameter contains the ID of the port which serves as second ring port.

VLAN ID

This optional parameter contains the value for the VLAN identifier.

Manager Priority

This parameter contains the value for the manager priority.

Check Media Redundancy

This parameter indicates whether monitoring of MRM is enabled or disabled.

Topology Change Interval

This parameter contains the value of the interval for sending MRP_TopologyChange frames.

Topology Change Repeat Count

This parameter contains the value of the interval count which controls repeated transmission of MRP_TopologyChange frames.

Short Test Interval

This parameter contains the value of the short interval for sending MRP_Test frames on ring ports after link changes in the ring.

Default Test Interval

This parameter contains the value of the default interval for sending MRP_Test frames on ring ports.

Test Monitoring Count

This parameter contains the value of the interval count for monitoring the reception of MRP_Test frames.

Non-blocking MRC supported

This parameter contains the ability of the MRM to support MRC without BLOCKED port state support in the ring.

Test Monitoring Extended Count

This optional parameter contains the value of the extended interval count for monitoring the reception of MRP_Test frames.

Real Role State

This attribute contains the actual role of the MRP object in the redundancy domain.

Real Ring State

This attribute contains the actual ring state of the MRP object in the redundancy domain.

Ring Port 1 Port State

This optional attribute contains the actual port state of Ring Port 1.

Ring Port 2 Port State

This optional attribute contains the actual port state of Ring Port 2.

React On Link Change

This optional parameter contains whether the MRM reacts on MRP_LinkChange frames or not.

Result(-)

This parameter indicates that the service request failed.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Error Code

The parameter Result contains the error code of the specific error.

Type: Unsigned16

Allowed values: DOMAIN_ID_MISMATCH, MANAGER_READ_FAIL

7.7 Read MRC

The optional Read MRC service reads the actual state of the MRC protocol machine.

Table 7 shows the parameters of the service.

Table 7 – MRP Read MRC

Parameter name	Req	Rsp
Argument	M	
Domain ID	M	
Result(+)		S
Domain ID		M
Ring Port 1 ID		M
Ring Port 2 ID		M
VLAN ID		U
Ring Port 1 Port State		U
Ring Port 2 Port State		U
Link Down Interval		U
Link Up Interval		U
Link Change Count		U
BLOCKED state supported		U
Result(-)		S
Domain ID		M
Error Code		M
NOTE For the meaning of Req, Rsp, Cnf, M, U and S, refer to ISO/IEC 10164-1.		

Argument

The argument shall convey the service specific parameters of the service request.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Result(+)

This parameter indicates that the service request succeeded.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Ring Port 1 ID

This parameter contains the ID of the port which serves as first ring port.

Ring Port 2 ID

This parameter contains the ID of the port which serves as second ring port.

VLAN ID

This optional parameter contains the value for the VLAN identifier.

Link Down Interval

This parameter contains the value of the interval for sending MRP_LinkDown frames on ring ports.

Link Up Interval

This parameter contains the value of the interval for sending MRP_LinkUp frames on ring ports.

Link Change Count

This parameter contains the value of the MRP_LinkChange frame count which controls repeated transmission of MRP_LinkUp or MRP_LinkDown frames.

Ring Port 1 Port State

This optional attribute contains the actual port state of Ring Port 1.

Ring Port 2 Port State

This optional attribute contains the actual port state of Ring Port 2.

BLOCKED state supported

This parameter contains whether the MRC supports BLOCKED state at its ring ports or not.

Result(-)

This parameter indicates that the service request failed.

Domain ID

This is the key attribute to identify the instance of the protocol machine.

Error Code

The parameter Result contains the error code of the specific error.

Type: Unsigned16

Allowed values: DOMAIN_ID_MISMATCH, CLIENT_READ_FAIL

8 MRP protocol specification**8.1 PDU description****8.1.1 Basic data types**

The conventions for this specification are according IEC 61158-6-10, 3.6. Notation and encoding of basic data types according to IEC 61158-6-10, 4.1.2 and IEC 61158-6-10, 4.2.

8.1.2 DLPDU abstract syntax reference

Transfer syntax and encoding of the MRP protocol specification is according to IEC 61158-6-10, 4.2.

The encoding and decoding of the fields in Table 8 shall be according to ISO/IEC 8802-3 (IEEE 802.3) for the DLPDU.

Table 8 – MRP DLPDU syntax for ISO/IEC 8802-3 (IEEE 802.3)

DLPDU name	DLPDU structure
DLPDU	Preamble ^a , StartFrameDelimiter, DestinationAddress, SourceAddress, DLSDU ^b , DLPDU_Padding ^c , FrameCheckSequence
DLSDU	[VLAN] ^d , LT, MRP-PDU
VLAN	LT(=0x8100), TagControllInformation
NOTE 1 According to ISO/IEC 8802-3 (IEEE 802.3). the DLPDUs have a minimum length of 64 octets (excluding Preamble and Start Frame Delimiter). NOTE 2 For ISO/IEC 8802-3 (IEEE 802.3). frames with VLAN tag the minimum frame size is increased to 68 octets in order to guaranty the minimum frame size of 64 octets after removing the VLAN tag by a bridge. ^a The field contains at least 7 octets ^b The minimum DLSDU size is 2 octets. ^c The number of padding octets shall be in the range of 0 to 46 depending on the DLSDU size. The value shall be set to zero. ^d The VLAN field can be omitted in case of optimized transportation. The field VLAN may be set by the encoder but it may be discarded by intermediate bridges. The decoder shall accept DLPDUs with or without VLAN fields.	

8.1.3 Coding of the DLPDU field SourceAddress

This field shall be coded as data type octetString[6]. The value of the field SourceAddress shall be according to IEEE 802 MAC address, see IEEE 802-1D:2004, Clause 7. The port MAC address is used for MRP DLPDU. The interface MAC address shall be different from any port MAC address.

8.1.4 Coding of the DLPDU field DestinationAddress

This field shall be coded as data type octetString[6].

The IEEE Organizationally Unique Identifier for MRP is 00-15-4E. It shall be set according to Table 9.

Table 9 – MRP OUI

Value for OUI (hexadecimal)	Meaning
00-15-4E	Global administered individual unicast
01-15-4E	Global administered group (multicast) address
02-15-4E	Local administered individual unicast
03-15-4E	Local administered group (multicast) address

For MRP-PDUs, the destination address value shall be set according to Table 10.

Table 10 – MRP MulticastMACAddress

Value OUI (Multicast) (hexadecimal)	Value ExtensionIdentifier (hexadecimal)	Meaning
01-15-4E	00-00-00	Reserved
01-15-4E	00-00-01	MC_Test, used for MRP_Test frames
01-15-4E	00-00-02	MC_CONTROL, used for MRP_LinkChange and MRP_TopologyChange frames
01-15-4E	00-00-03 to FF-FF-FF	Reserved

NOTE Octet 1 contains the Individual/Group Address Bit (LSB).

8.1.5 Coding of the field TagControlInformation

This field shall be coded according to IEEE 802.1Q as data type Unsigned16. The individual bits shall have the following meaning:

Bit 0 — 11: TagControlInformation.VLAN_Identifier

These bits shall be coded according to IEEE 802.1Q.

NOTE 1 VLAN_Identifier 0 means that no VLANs are used.

Bit 12: TagControlInformation.CanonicalFormatIdentifier

These bits shall be coded according to IEEE 802.1Q.

NOTE 2 CFI is constant 0.

Bit 13 — 15: TagControlInformation.Priority

These bits shall be coded according to IEEE 802.1Q.

For MRP, use of the VLAN field is optional. If present the value of TagControlInformation.Priority shall be set according to Table 11.

Table 11 – MRP TagControlInformation.Priority field

Value (hexadecimal)	Meaning
0x07	MRP-PDU

8.1.6 Coding of the field LT

This field shall be coded as data type Unsigned16 with the values according to ISO/IEC 8802-3 (IEEE 802.3). For MRP the value shall be set according to Table 12.

Table 12 – MRP LT field

Value (hexadecimal)	Meaning
0x88E3	MRP-PDU

8.1.7 MRP APDU abstract syntax

Table 13 defines the abstract syntax of the MRP-PDUs referred to as APDUs. The defined order of octets shall be used to convey the APDUs.

Table 13 – MRP APDU syntax

APDU name	APDU structure
MRP-PDU	MRP_Version, MRP_Type, MRP_Common, [MRP_Option], MRP_End, [Padding*] ^a
^a If the frame is shorter than 64 octets, it shall be extended with padding to 64 octets, according to ISO/IEC 8802-3 (IEEE 802.3).	

Table 14 defines structures for substitutions of elements of the APDU structure shown in Table 13.

Table 14 – MRP Substitutions

Substitution name	Structure
MRP_Type	MRP_Test ^ MRP_LinkChange ^ MRP_TopologyChange ^ MRP_Option
MRP_Common	MRP_TLVHeader, MRP_SequenceID, MRP_DomainUUID
MRP_Option	MRP_TLVHeader, MRP_ManufacturerOUI, MRP_ManufacturerData, [Padding*] ^a
MRP_End	MRP_TLVHeader (=0x0000)
MRP_Test	MRP_TLVHeader, MRP_Prio, MRP_SA, MRP_PortRole, MRP_RingState, MRP_Transition, MRP_TimeStamp, [Padding*] ^a
MRP_TopologyChange	MRP_TLVHeader, MRP_Prio, MRP_SA, MRP_Interval, [Padding*] ^a
MRP_LinkChange	MRP_LinkUp ^ MRP_LinkDown
MRP_LinkDown	MRP_TLVHeader, MRP_SA, MRP_PortRole, MRP_Interval, MRP_Blocked, [Padding*] ^a
MRP_LinkUp	MRP_TLVHeader, MRP_SA, MRP_PortRole, MRP_Interval, MRP_Blocked, [Padding*] ^a
^a 32 bit alignment shall be ensured.	

8.1.8 Coding of the field MRP_TLVHeader

The coding of this field shall be according to IEC 61158-6-10, 3.7.3.4 and the individual bits shall have the following meaning:

Bit 0 – 7: MRP_TLVHeader.Length

The value contains the number of subsequent octets of the according block.

Bit 8 – 15: MRP_TLVHeader.Type

This field shall be coded with the values according to Table 15.

Table 15 – MRP_TLVHeader.Type

Value (hexadecimal)	Meaning	Usage
0x00	MRP_End (MRP_TLVHeader.Length shall be set to zero)	Mandatory
0x01	MRP_Common	Mandatory
0x02	MRP_Test	Mandatory
0x03	MRP_TopologyChange	Mandatory
0x04	MRP_LinkDown	Mandatory
0x05	MRP_LinkUp	Mandatory
0x06 – 0x7E	Reserved	—
0x7F	MRP_Option (Organizationally specific)	Optional
0x80-0xFF	Reserved	—

8.1.9 Coding of the field MRP_Version

This field shall be coded as data type Unsigned16 with the values according to Table 16.

Table 16 – MRP_Version

Value (decimal)	Meaning
0	Reserved
1	Initial version of MRP
2 ... 65 535	Reserved

8.1.10 Coding of the field MRP_SequenceID

This field shall be coded as data type Unsigned16. It is used to identify the duplication of MRP frames in the ring. The range is from 0 to 65 535. The requesting application process shall provide a unique sequence number to each outstanding service request.

8.1.11 Coding of the field MRP_SA

This field shall be coded as data type octetString[6]. The value of the field MRP_SA shall be according to IEEE 802 MAC address and shall contain the MAC address of the sending switch host (Interface MAC Address).

8.1.12 Coding of the field MRP_Prio

This field shall be coded as data type Unsigned16 and set according to Table 17.

Table 17 – MRP_Prio

Value (hexadecimal)	Meaning
0x0000	Highest priority redundancy manager
0x1000 – 0x7000	High priorities
0x8000	Default priority for redundancy manager
0x9000 – 0xE000	Low priorities
0xF000	Lowest priority redundancy manager
Other	Reserved

8.1.13 Coding of the field MRP_PortRole

This field shall be coded as data type Unsigned16. The coding shall be according to Table 18.

Table 18 – MRP_PortRole

Value (hexadecimal)	Meaning	Usage
0x0000	Primary ring port	Frame is sent on primary ring port
0x0001	Secondary ring port	Frame is sent on secondary ring port
0x0002 – 0xFFFF	Reserved	

8.1.14 Coding of the field MRP_RingState

This field shall be coded as data type Unsigned16 with the values according to Table 19.

Table 19 – MRP_RingState

Value (hexadecimal)	Meaning	Usage
0x0000	Ring open	MRM in Ring open state
0x0001	Ring closed	MRM in Ring closed state
0x0002 – 0xFFFF	Reserved	—

8.1.15 Coding of the field MRP_Interval

This field shall be coded as data type Unsigned16 with the values according to Table 20.

Table 20 – MRP_Interval

Value (hexadecimal)	Meaning	Usage
0x0000 – 0x07D0	Interval for next topology change event (in ms)	Mandatory
0x07D1 – 0xFFFF	Interval for next topology change event (in ms)	Optional

8.1.16 Coding of the field MRP_Transition

This field shall be coded as data type Unsigned16 with the values according to Table 21.

Table 21 – MRP_Transition

Value (hexadecimal)	Meaning	Usage
0x0000 – 0xFFFF	Number of transitions between ring open state and ring closed state	Used for monitoring this value via a packet sniffer station

8.1.17 Coding of the field MRP_TimeStamp

This field shall be coded as data type Unsigned32 with the values according to Table 22.

Table 22 – MRP_TimeStamp

Value (hexadecimal)	Meaning	Usage
0x00000000 – 0xFFFFFFFF	actual local counter value of 1 ms counter	The value is used by the MRM to determine the maximum travel time of the MRP_Test frames in a ring.

8.1.18 Coding of the field MRP_Blocked

This field shall be coded as data type Unsigned16 with the values according to Table 23.

Table 23 – MRP_Blocked

Value (decimal)	Meaning	Usage
0	The MRC is not able to receive and forward MRP_Test frames, MRP_LinkChange frames and MRP_TopologyChange frames at a ring port whose port state is BLOCKED	Optional
1	The MRC is able to receive and forward MRP_Test frames, MRP_LinkChange frames and MRP_TopologyChange frames at a ring port whose port state is BLOCKED	Mandatory
2 ... 65 535	Reserved	—

8.1.19 Coding of the field MRP_ManufacturerOUI

This field shall be coded as data type octetString[3] with the Organizationally Unique Identifier (OUI) as defined by the IEEE Registration Authority Committee (RAC).

8.1.20 Coding of the field MRP_ManufacturerData

This field shall be reserved for vendor specific data.

8.1.21 Coding of the field MRP_DomainUUID

This field shall be coded as UUID with the values according to Table 24.

Table 24 – MRP_DomainUUID

Value (hexadecimal)	Meaning	Usage
0x00000000-0000-0000-0000-000000000000		Reserved
0x00000000-0000-0000-0000-000000000001 – 0xFFFFFFFF-FFFF-FFFF-FFFF-FFFFFFFFFFFFE	UUID for MRP redundancy domain	Optional
0xFFFFFFFF-FFFF-FFFF-FFFF-FFFFFFFFFFFFF	Default UUID for MRP redundancy domain	Mandatory

8.2 Protocol machines**8.2.1 MRM protocol machine**

The MRM protocol machine is defined in Table 26. The principal behavior of the protocol machine is shown in Figure 5.

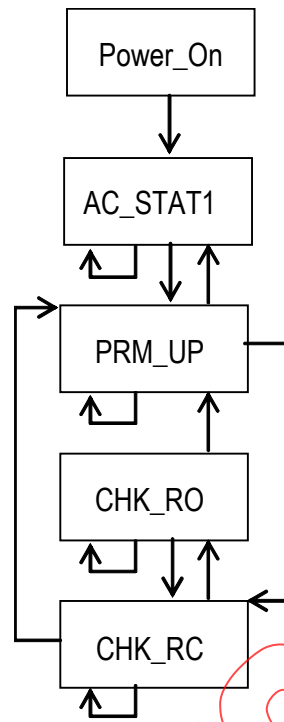


Figure 5 – MRP protocol machine for MRM

The text below is an explanation of the overall actions performed in the states. If a difference in the interpretation occurs between this text and the state machine, then the state machine supersedes.

Power_On

Initialization, the MRM shall start with both ring ports RPort_1 and RPort_2 in the port state BLOCKED. Static FDB entries for MRP multicast addresses MC_TEST and MC_CONTROL to host are generated. All MRP-PDU shall use the highest priority (ORG).

AC_STAT1

Startup, waiting for the first Link Up at one of its ring ports (called primary ring port), starting test monitoring of the ring, and transition to PRM_UP.

PRM_UP (Primary Ring Port with Link Up)

This state shall be reached if only the primary ring port has a link (secondary ring port with no link). The MRM shall send MRP_Test frames periodically through both ring ports even if the other ring port (secondary ring port) detected no link.

CHK_RO (Check Ring, Ring Open State)

The MRM did not receive its MRP_Test frames for a determined time, the MRP_RingState shall be set to ring open state.

This state can also be entered on reception of an MRP_LinkDown frame if the option MRP_REACT_ON_LINK_CHANGE is supported.

CHK_RC (Check Ring, Ring Closed State)

The MRM shall send its MRP_Test frames and shall check the link of its ring ports, the MRP_RingState shall set to ring closed state.

Local variables of the MRM protocol machine are listed in Table 25.

Table 25 – MRP Local variables of MRM protocol machine

Name	Type	Meaning
SA_Port1	OctetString[6]	Ring port RPort_1 MAC source address
SA_Port2	OctetString[6]	Ring port RPort_2 MAC source address
SA_RPort	OctetString[6]	Ring port1 or Ring port2 MAC source address
PRIORITY	Unsigned8	Priority according to IEEE 802.1Q for MRP-PDU. Shall be set to ORG.
MRP_TS_Prio	Unsigned16	MRP_Prio of host
MRP_TS_SA	OctetString[6]	MAC source address of host
RPort_1	Unsigned16	Port identification of ring port 1
RPort_2	Unsigned16	Port identification of ring port 2
PRM_RPort	Unsigned16	Port identification of primary ring port
SEC_RPort	Unsigned16	Port identification of secondary ring port
MRP_MRM_NRmax	Unsigned16	Maximum retransmission count of MRP-PDU of Type MRP_Test
MRP_MRM_NReturn	Unsigned16	Counter, range MRP_MRM_NRmax to 0
TC_NReturn	Unsigned16	Counter, range MRP_TOPNRmax to 0
ADD_TEST	Boolean	Send additional MRP-PDU of type MRP_Test after MRP_TSTshortT intervall if TRUE
REACT_MODE	Boolean	MRM reacts on MRP_LinkDown frames from an MRC if TRUE
MRP_LNK_UP	Unsigned16	Constant value to indicate Link Up
MRP_LNK_DOWN	Unsigned16	Constant value to indicate Link Down
MRP_BLOCKED_SUPPORTED	Unsigned16	Constant value to indicate that – if TRUE - the MRM assumes all MRC in the ring support the BLOCKED port state If FALSE, the MRM requires additional support for MRC not supporting BLOCKED state FALSE: option for nodes not according to IEC 61784-2, CP3/4, CP3/5, CP3/6.
MRP_REACT_ON_LINK_CHANGE	Unsigned16	Constant value to indicate that – if TRUE - the MRM reacts on MRP_LinkDown frames from an MRC with TopologyChange. if FALSE, the MRM does not react on MRP_LinkDown frames TRUE: option for nodes not according to IEC 61784-1, IEC 61784-2, CP3/4, CP3/5, CP3/6
NO_TC	Boolean	Suppress MRP_TopologyChange while in line topology (NO_TC = TRUE)

The MRM state machine shall be according to Table 26.

Table 26 – MRM State machine

Nb	Current state	Event /Condition =>action	Next state
1	Power On	=> InitFDB() AddMACFDB({local},{MC_TEST, MC_CONTROL},ORG) PRM_RPort := RPort_1 SEC_RPort := RPort_2 MRP_MRM_NRmax := MRP_TSTNRmax – 1 MRP_MRM_NReturn := 0 ADD_TEST := FALSE REACT_MODE := TRUE if MRM reacts on MRP_LinkDown frames from an MRC or FALSE if MRM does not react on MRP_LinkDown frames from an MRC Set_Port_StateReq (PRM_RPort, BLOCKED) Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED)	AC_STAT1
2	AC_STAT1	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => Set_Port_StateReq (PRM_RPort, FORWARDING) TestRingReq(MRP_TSTdefaultT)	PRM_UP
3	AC_STAT1	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => ignore	AC_STAT1
4	AC_STAT1	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => SEC_RPort := PRM_RPort PRM_RPort := RPort Set_Port_StateReq (PRM_RPort, FORWARDING) TestRingReq(MRP_TSTdefaultT)	PRM_UP
5	AC_STAT1	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => ignore	AC_STAT1
6	AC_STAT1	TestTimer expired => ignore	AC_STAT1

Nb	Current state	Event /Condition =>action	Next state
7	AC_STAT1	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) => ignore	AC_STAT1
8	PRM_UP	TestTimer expired => ADD_TEST := FALSE TestRingReq(MRP_TSTdefaultT)	PRM_UP
9	PRM_UP	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => ignore	PRM_UP
10	PRM_UP	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => TestTimer.stop SetPortStateReq(PRM_RPort, BLOCKED)	AC_STAT1
11	PRM_UP	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => ignore	PRM_UP
12	PRM_UP	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => MRP_MRM_NRmax := MRP_TSTNRmax – 1 MRP_MRM_NReturn := 0 NO_TC := TRUE TestRingReq(MRP_TSTdefaultT)	CHK_RC
13	PRM_UP	TestRingInd(MRP_SA, MRP_Prio) /MRP_SA == MRP_TS_SA => MRP_MRM_NRmax := MRP_TSTNRmax – 1 MRP_MRM_NReturn := 0 NO_TC := FALSE TestRingReq(MRP_TSTdefaultT)	CHK_RC
14	PRM_UP	TestRingInd(MRP_SA, MRP_Prio) /MRP_SA != MRP_TS_SA => ignore	PRM_UP

Nb	Current state	Event /Condition =>action	Next state
15	PRM_UP	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /!ADD_TEST && PortMode == MRP_BLOCKED_SUPPORTED => ADD_TEST := TRUE TestRingReq(MRP_TSTshortT)	PRM_UP
16	PRM_UP	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /ADD_TEST && PortMode == MRP_BLOCKED_SUPPORTED => ignore	PRM_UP
17	PRM_UP	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /Link_status == MRP_LNK_DOWN && PortMode != MRP_BLOCKED_SUPPORTED => ignore	PRM_UP
18	PRM_UP	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /ADD_TEST && Link_status == MRP_LNK_UP && PortMode != MRP_BLOCKED_SUPPORTED => TopologyChangeReq(0)	PRM_UP
19	PRM_UP	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /!ADD_TEST && Link_status == MRP_LNK_UP && PortMode != MRP_BLOCKED_SUPPORTED => ADD_TEST := TRUE TestRingReq(MRP_TSTshortT) TopologyChangeReq(0)	PRM_UP
20	PRM_UP	TopologyChangeInd(MRP_SA, t) => ignore	PRM_UP
21	CHK_RO	TestTimer expired => ADD_TEST := FALSE TestRingReq(MRP_TSTdefaultT)	CHK_RO
22	CHK_RO	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => ignore	CHK_RO

Nb	Current state	Event /Condition =>action	Next state
23	CHK_RO	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => PRM_RPort := SEC_RPort SEC_RPort := RPort Set_Port_StateReq(SEC_RPort, BLOCKED) TestRingReq(MRP_TSTdefaultT) TopologyChangeReq(MRP_TOPchgT)	PRM_UP
24	CHK_RO	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => Ignore	CHK_RO
25	CHK_RO	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => Set_Port_StateReq(SEC_RPort, BLOCKED)	PRM_UP
26	CHK_RO	TestRingInd(MRP_SA, MRP_Prio) /MRP_SA == MRP_TS_SA && REACT_MODE != MRP_REACT_ON_LINK_CHANGE => Set_Port_StateReq(SEC_RPort, BLOCKED) MRP_MRM_NRmax := MRP_TSTNRmax - 1 MRP_MRM_NReturn := 0 NO_TC := FALSE TestRingReq(MRP_TSTdefaultT) TopologyChangeReq(MRP_TOPchgT)	CHK_RC
27	CHK_RO	TestRingInd(MRP_SA, MRP_Prio) /MRP_SA == MRP_TS_SA && REACT_MODE == MRP_REACT_ON_LINK_CHANGE => Set_Port_StateReq(SEC_RPort, BLOCKED) MRP_MRM_NRmax := MRP_TSTNRmax - 1 MRP_MRM_NReturn := 0 NO_TC := FALSE TestRingReq(MRP_TSTdefaultT) TopologyChangeReq(0)	CHK_RC
28	CHK_RO	TestRingInd(MRP_SA, MRP_Prio) /MRP_SA != MRP_TS_SA => ignore	CHK_RO

Nb	Current state	Event /Condition =>action	Next state
29	CHK_RO	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /!ADD_TEST && Link_status == MRP_LNK_UP && PortMode == MRP_BLOCKED_SUPPORTED => ADD_TEST := TRUE TestRingReq(MRP_TSTshortT)	CHK_RO
30	CHK_RO	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /ADD_TEST && Link_status == MRP_LNK_UP && PortMode == MRP_BLOCKED_SUPPORTED => Ignore	CHK_RO
31	CHK_RO	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /ADD_TEST && Link_status == MRP_LNK_DOWN => Ignore	CHK_RO
32	CHK_RO	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /!ADD_TEST && Link_status == MRP_LNK_DOWN => ADD_TEST := TRUE TestRingReq(MRP_TSTshortT)	CHK_RO
33	CHK_RO	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /ADD_TEST && Link_status == MRP_LNK_UP && PortMode != MRP_BLOCKED_SUPPORTED => Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED) MRP_MRM_NRmax := MRP_TSTExtNRmax – 1 MRP_MRM_NReturn := 0 TestRingReq(MRP_TSTdefaultT) TopologyChangeReq(0)	CHK_RC

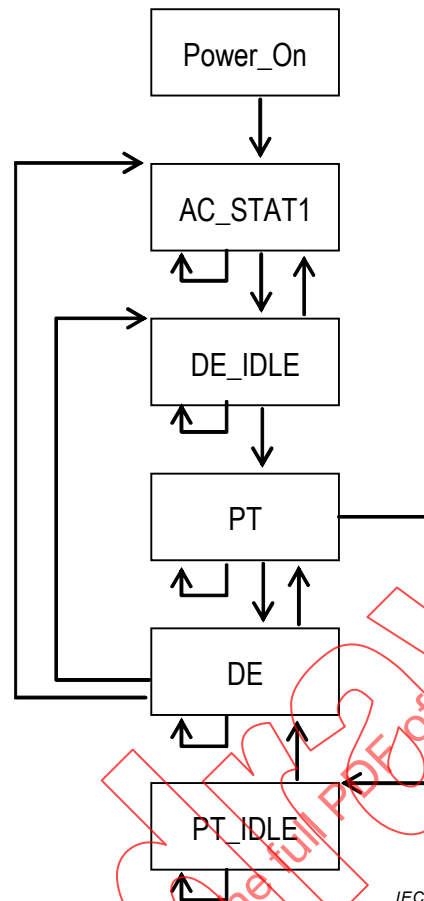
Nb	Current state	Event /Condition =>action	Next state
34	CHK_RO	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /!ADD_TEST && Link_status == MRP_LNK_UP && PortMode != MRP_BLOCKED_SUPPORTED => Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED) MRP_MRM_NRmax := MRP_TSTExtNRmax – 1 MRP_MRM_NReturn := 0 ADD_TEST := TRUE TestRingReq(MRP_TSTshortT) TopologyChangeReq(0)	CHK_RC
35	CHK_RO	TopologyChangeInd(MRP_SA, t) => ignore	CHK_RO
36	CHK_RC	TestTimer expired /MRP_MRM_NReturn >= MRP_MRM_NRmax && !NO_TC => Set_Port_StateReq (SEC_RPort, FORWARDING) MRP_MRM_NRmax := MRP_TSTNRmax – 1 MRP_MRM_NReturn := 0 ADD_TEST := FALSE TopologyChangeReq(MRP_TOPchgT) TestRingReq(MRP_TSTdefaultT)	CHK_RO
37	CHK_RC	TestTimer expired /MRP_MRM_NReturn >= MRP_MRM_Nrmax && NO_TC => Set_Port_StateReq (SEC_RPort, FORWARDING) MRP_MRM_NRmax := MRP_TSTNRmax – 1 MRP_MRM_NReturn := 0 ADD_TEST := FALSE TestRingReq(MRP_TSTdefaultT)	CHK_RO
38	CHK_RC	TestTimer expired /MRP_MRM_NReturn < MRP_MRM_NRmax => MRP_MRM_NReturn := MRP_MRM_NReturn + 1 ADD_TEST := FALSE TestRingReq(MRP_TSTdefaultT)	CHK_RC

Nb	Current state	Event /Condition =>action	Next state
39	CHK_RC	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => Ignore	CHK_RC
40	CHK_RC	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => PRM_RPort := SEC_RPort SEC_RPort := RPort Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED) Set_Port_StateReq (PRM_RPort, FORWARDING) TestRingReq(MRP_TSTdefaultT) TopologyChangeReq(MRP_TOPchgT)	PRM_UP
41	CHK_RC	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => Ignore	CHK_RC
42	CHK_RC	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => Ignore	PRM_UP
43	CHK_RC	TestRingInd(MRP_SA, MRP_Prio) /MRP_SA == MRP_TS_SA => MRP_MRM_NRmax := MRP_TSTNRmax – 1 MRP_MRM_NReturn := 0 NO_TC := FALSE	CHK_RC
44	CHK_RC	TestRingInd(MRP_SA, MRP_Prio) /MRP_SA != MRP_TS_SA => ignore	CHK_RC
45	CHK_RC	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /ADD_TEST && REACT_MODE != MRP_REACT_ON_LINK_CHANGE && PortMode == MRP_BLOCKED_SUPPORTED => ignore	CHK_RC

Nb	Current state	Event /Condition =>action	Next state
46	CHK_RC	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /!ADD_TEST && REACT_MODE != MRP_REACT_ON_LINK_CHANGE && PortMode == MRP_BLOCKED_SUPPORTED => ADD_TEST := TRUE TestRingReq(MRP_TSTshortT)	CHK_RC
47	CHK_RC	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /Link_status == MRP_LNK_DOWN && REACT_MODE == MRP_REACT_ON_LINK_CHANGE => Set_Port_StateReq (SEC_RPort, FORWARDING) TopologyChangeReq(0)	CHK_RC
48	CHK_RC	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /Link_status == MRP_LNK_UP && REACT_MODE == MRP_REACT_ON_LINK_CHANGE && PortMode != MRP_BLOCKED_SUPPORTED => MRP_MRM_NRmax := MRP_TSTExtNRmax - 1 TopologyChangeReq(0)	CHK_RC
49	CHK_RC	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /Link_status == MRP_LNK_UP && REACT_MODE == MRP_REACT_ON_LINK_CHANGE && PortMode == MRP_BLOCKED_SUPPORTED => MRP_MRM_NRmax := MRP_TSTNRmax - 1 TopologyChangeReq(0)	CHK_RC
50	CHK_RC	TopologyChangeInd(MRP_SA, t) => ignore	CHK_RC

8.2.2 MRC protocol machine

The MRC protocol machine is defined in Table 28. The principal behavior of the protocol machine is shown in Figure 6.



IEC 355/10

Figure 6 – MRP protocol machine for MRC

The text below is an explanation of the overall actions performed in the states. If a difference in the interpretation occurs between this text and the state machine, then the state machine supersedes.

Power_On

Initialization, the MRC shall start with both ring ports RPort_1 and RPort_2 in the port state BLOCKED. Static FDB entries for MRP multicast addresses MC_TEST and MC_CONTROL are generated: Forward MRP frames to MC_TEST and MC_CONTROL between ring ports and frames to MC_CONTROL also to host. All MRP-PDU shall use the highest priority (ORG).

AC_STAT1

Startup, wait for Link Up on one of the ring ports.

DE_IDLE (Data Exchange Idle state)

This state shall be reached if only one ring port (primary) has a link and its port state is set to FORWARDING.

PT (Pass Through)

Temporary state while signaling link changes.

DE (Data Exchange)

Temporary state while signaling link changes.

PT_IDLE (Pass Through Idle state)

This state shall be reached if both ring ports have a link and their port states are set to FORWARDING.

Local variables of the MRC protocol machine are listed in Table 27.

Table 27 – MRP Local variables of MRC protocol machine

Name	Type	Meaning
SA_RPort	OctetString[6]	Ring port1 or ring port2 MAC source address
PRIORITY	Unsigned8	Priority according to IEEE 802.1Q for MRP-PDU. Shall be set to ORG.
RPort_1	Unsigned16	Port identification of ring port 1
RPort_2	Unsigned16	Port identification of ring port 2
PRM_RPort	Unsigned16	Port identification of primary ring port
SEC_RPort	Unsigned16	Port identification of secondary ring port
MRP_LNKNReturn	Unsigned16	Counter, Range MRP_LNKNRmax to 0
MRP_LNK_UP	Unsigned16	Constant value to indicate Link Up
MRP_LNK_DOWN	Unsigned16	Constant value to indicate Link Down

The MRC state machine shall be according to Table 28.

Table 28 – MRC state machine

Nb	Current state	Event /Condition =>action	Next state
1	Power On	=> InitFDB() AddMACFDB({RPort_1,RPort_2},{MC_TEST, MC_CONTROL},ORG) AddMACFDB({local},{MC_CONTROL},ORG) PRM_RPort := RPort_1 SEC_RPort := RPort_2 Set_Port_StateReq (PRM_RPort, BLOCKED) Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED) UpTimer.ini DownTimer.ini	AC_STAT1
2	AC_STAT1	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => Set_Port_StateReq (PRM_RPort, FORWARDING)	DE_IDLE
3	AC_STAT1	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /Link_status == MRP_LNK_DOWN => ignore	AC_STAT1

Nb	Current state	Event /Condition =>action	Next state
4	AC_STAT1	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => SEC_RPort := PRM_RPort PRM_RPort := RPort Set_Port_StateReq (PRM_RPort, FORWARDING)	DE_IDLE
5	AC_STAT1	TopologyChangeInd (MRP_SA, t) => ignore	AC_STAT1
6	DE_IDLE	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => MRP_LNKNReturn := MRP_LNKNRmax UpTimer.start(MRP_LNKupT) LinkChangeReq(PRM_RPort, MRP_LNK_UP, MRP_LNKNReturn X MRP_LNKupT)	PT
7	DE_IDLE	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => ignore	DE_IDLE
8	DE_IDLE	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => Set_Port_StateReq (PRM_RPort, BLOCKED)	AC_STAT1
9	DE_IDLE	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => ignore	DE_IDLE
10	DE_IDLE	TopologyChangeInd(MRP_SA, t) => ClearFDB(t)	DE_IDLE

Nb	Current state	Event /Condition =>action	Next state
11	PT	UpTimer expired /MRP_LNKNReturn == 0 => MRP_LNKNReturn := MRP_LNKNRmax Set_Port_StateReq (SEC_RPort, FORWARDING)	PT_IDLE
12	PT	UpTimer expired /MRP_LNKNReturn > 0 => MRP_LNKNReturn := MRP_LNKNReturn - 1 UpTimer.start(MRP_LNKupT) LinkChangeReq(PRM_RPort, MRP_LNK_UP, MRP_LNKNReturn X MRP_LNKupT)	PT
13	PT	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => ignore	PT
14	PT	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => MRP_LNKNReturn := MRP_LNKNRmax UpTimer.stop Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED) DownTimer.start(MRP_LNKdownT) LinkChangeReq(PRM_RPort, MRP_LNK_DOWN, MRP_LNKNReturn X MRP_LNKdownT)	DE
15	PT	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => MRP_LNKNReturn := MRP_LNKNRmax UpTimer.stop PRM_RPort := SEC_RPort SEC_RPort := RPort Set_Port_StateReq (PRM_RPort, FORWARDING) Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED) DownTimer.start(MRP_LNKdownT) LinkChangeReq(PRM_RPort, MRP_LNK_DOWN, MRP_LNKNReturn X MRP_LNKdownT)	DE

Nb	Current state	Event /Condition =>action	Next state
16	PT	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => ignore	PT
17	PT	TopologyChangeInd(MRP_SA, t) => MRP_LNKNReturn := MRP_LNKNRmax UpTimer.stop Set_Port_StateReq (SEC_RPort, FORWARDING) ClearFDB(t)	PT_IDLE
18	DE	DownTimer expired /MRP_LNKNReturn == 0 => MRP_LNKNReturn := MRP_LNKNRmax	DE_IDLE
19	DE	DownTimer expired /MRP_LNKNReturn > 0 => MRP_LNKNReturn := MRP_LNKNReturn – 1 DownTimer.start(MRP_LNKdownT) LinkChangeReq(PRM_RPort, MRP_LNK_DOWN, MRP_LNKNReturn X MRP_LNKdownT)	DE
20	DE	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => MRP_LNKNReturn := MRP_LNKNRmax DownTimer.stop UpTimer.start(MRP_LNKupT) LinkChangeReq(PRM_RPort , MRP_LNK_UP, MRP_LNKNReturn X MRP_LNKupT)	PT
21	DE	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => ignore	DE

Nb	Current state	Event /Condition =>action	Next state
22	DE	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => MRP_LNKNReturn := MRP_LNKNRmax Set_Port_StateReq (PRM_RPort, BLOCKED) DownTimer.stop	AC_STAT1
23	DE	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => ignore	DE
24	DE	TopologyChangeInd(MRP_SA, t) => MRP_LNKNReturn := MRP_LNKNRmax DownTimer.stop ClearFDB(t)	DE_IDLE
25	PT_IDLE	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => ignore	PT_IDLE
26	PT_IDLE	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => MRP_LNKNReturn := MRP_LNKNRmax Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED) DownTimer.start(MRP_LNKdownT) LinkChangeReq(PRM_RPort , MRP_LNK_DOWN, MRP_LNKNReturn X MRP_LNKdownT)	DE

Nb	Current state	Event /Condition =>action	Next state
27	PT_IDLE	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => MRP_LNKNReturn := MRP_LNKNRmax PRM_RPort := SEC_RPort SEC_RPort := RPort Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED) DownTimer.start(MRP_LNKdownT) LinkChangeReq(PRM_RPort , MRP_LNK_DOWN, MRP_LNKNReturn X MRP_LNKdownT)	DE
28	PT_IDLE	MAUTypeChangeInd (RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => ignore	PT_IDLE
29	PT_IDLE	TopologyChangeInd(MRP_SA, t) => ClearFDB(t)	PT_IDLE

8.2.3 MRM and MRC functions

The MRM and MRC functions shall be according to Table 29.

Table 29 – MRP functions

Function name	Operations
TestRingReq(t)	SetupTestRingReq() TestTimer.start(t)
SetupTestRingReq()	Create MRP-PDU according MRP_Test Assignments: MRP_Type := MRP_Test MRP_Prio := MRP_TS_Prio MRP_SA := MRP_TS_SA MRP_PortRole := frame sent on primary ring port or secondary ring port MRP_RingState := actual ring state MRP_Transition := actual number of transitions between ring open state and ring closed state MRP_TimeStamp := actual local counter value MRP_SequenceID := next SequenceID MRP_DomainUUID := domainUUID MRP_Type := MRP_End SendFrameReq (RPort_1, MC_TEST, SA_Port1, PRIORITY, LT, MRP-PDU) SendFrameReq (RPort_2, MC_TEST, SA_Port2, PRIORITY, LT, MRP-PDU)
TestRingInd(MRP_SA, MRP_Prio)	Receive MRP-PDU according MRP_Test MRP_SA := MRP_SA from MRP-PDU MRP_Prio := MRP_Prio from MRP-PDU
TopologyChangeReq(time)	SetupTopologyChangeReq(MRP_TOPNRmax X time) if time == 0 ClearLocalFDB() else TopTimer.start(MRP_TOPchgT)
SetupTopologyChangeReq(t)	Create MRP-PDU according MRP_TopologyChange Assignments: MRP_Type := MRP_TopologyChange MRP_Prio := MRP_TS_Prio MRP_SA := MRP_TS_SA MRP_Interval := t MRP_SequenceID := next SequenceID MRP_DomainUUID := domainUUID MRP_Type := MRP_End SendFrameReq (RPort_1, MC_CONTROL, SA_Port1, PRIORITY, LT, MRP-PDU) SendFrameReq (RPort_2, MC_CONTROL, SA_Port2, PRIORITY, LT, MRP-PDU)

Function name	Operations
TopologyChangeInd(MRP_SA, t)	Receive MRP-PDU according MRP_TopologyChange MRP_SA := MRP_SA from MRP-PDU t := MRP_Interval from MRP-PDU
LinkChangeReq(RPort, LinkStatus, time)	Create MRP-PDU according MRP_LinkUp or MRP_LinkDown Assignments: if LinkStatus == MRP_LNK_UP MRP_Type := MRP_LinkUp else MRP_Type := MRP_LinkDown MRP_SA := MRP_TS_SA MRP_PortRole := actual port role of the port which indicated the link change MRP_Interval := time MRP_Blocked := indicates if the MRC is able or is not able to receive and forward MRP_Test frames, MRP_LinkChange frames and MRP_TopologyChange frames on a ring port whose port state is BLOCKED. MRP_SequenceID := next SequenceID MRP_DomainUUID := domainUUID MRP_Type := MRP_End SendFrameReq (RPort, MC_TEST, SA_RPort, PRIORITY, LT, MRP-PDU)
LinkChangeInd(PortMode, LinkStatus)	Receive MRP-PDU according MRP_LinkDown or MRP_LinkUp PortMode := MRP_Blocked from MRP-PDU if MRP_Type == MRP_LinkUp LinkStatus := MRP_LNK_UP else LinkStatus := MRP_LNK_DOWN
MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status)	Receive a local link change indication. RPort := port which caused the local link change indication. Link_status := MRP_LNK_UP or MRP_LNK_DOWN (depends on the local link change indication)
SetPortStateReq(RPort, Status)	Function to set the port status of RPort to Status
ClearFDB(time)	FDBClearTimer.start(time)
ClearLocalFDB()	Function to clear the FDB within the MRP node. The learning of source addresses from ingress frames, which were sent out before the topology change was indicated, shall be prevented
InitFDB()	Function to initialize Filtering Data Base
AddMACFDB(Destination, MAC-Address, Priority)	Function to add Static Filtering Entries (MAC-Address) in the FDB with Priority and Destination. The term local in the state diagram means a connection to the Higher-Layer Entity (see IEEE 802.1D).
SendFrameReq(RPort, DestinationAddress, SourceAddress, Priority, LT, MRP-PDU)	Function to send an MRP-PDU at port RPort with the SourceAddress and LT to the DestinationAddress. Priority used in the TagControlInformation is coded in the frame if VLAN is used

8.2.4 FDB clear timer

FDB clear timer is an auxiliary state machine. FDB clear timer shall be according to the state machine in Table 30.

Table 30 – MRP FDB clear timer

Nb	Current state	Event /Condition =>action	Next state
1	Power On	=> FDBCleartimer.ini	IDLE
2	IDLE	FDBCleartimer .expired => ClearLocalFDB()	IDLE

8.2.5 Topology change timer

Topology change timer is an auxiliary state machine. Topology change timer shall be according to the state machine in Table 31.

Table 31 – MRP topology change timer

Nb	Current state	Event /Condition =>action	Next state
1	Power On	=> TopTimer.ini TC_NReturn := MRP_TOPNRmax - 1	IDLE
2	IDLE	TopTimer expired /TC_NReturn > 0 => SetupTopologyChangeReq(TC_NReturn X MRP_TOPchgT) TC_NReturn := TC_NReturn - 1 TopTimer.start(MRP_TOPchgT)	IDLE
3	IDLE	TopTimer expired /TC_NReturn == 0 => TC_NReturn := MRP_TOPNRmax - 1 CLEAR_FDB(0) SetupTopologyChangeReq(0)	IDLE

9 MRP installation, configuration and repair

9.1 Ring port parameters

Ring port parameterization for the MRM and all MRC in a ring shall comply with the settings from Table 32.

Table 32 – MRP Network/Connection parameters

Parameter	Value
Link speed	The link speed shall be at least 100 Mbit/s
Duplex setting	Ring ports shall operate in full duplex mode, Administrative mode of a port may be set to autonegotiation, but negotiated value (oper mode) shall be full duplex

9.2 Ring topology parameters

The number of nodes participating in a ring shall not exceed 50.

NOTE 1 For more than this number of nodes in a ring, the maximum recovery time may be exceeded and the ring may become instable.

NOTE 2 For 10 ms maximum recovery time, the number of nodes may be lower than the above mentioned, see 9.5 for details.

9.3 MRM parameters

The MRM defines with its parameter set the recovery time of a ring. Table 33 specifies four consistent sets of parameters for a ring recovery time of 500 ms, 200 ms, 30 ms and 10 ms.

NOTE Additional consistent parameter sets for shorter or longer maximum recovery times may be supported in a MRM and MRC. The designer is responsible for the consistency for all parameter in Clause 9, see the examples shown in 9.5. The installer is responsible for the consistency of all nodes in the ring.

Table 33 – MRP MRM parameters

Parameter	Maximum recovery time				Meaning
	500 ms	200 ms	30 ms ^b	10 ms ^b	
MRP_TOPchgT	20 ms	10 ms	0,5 ms	0,5 ms	Topology Change (Clear Address Table) request interval
MRP_TOPNRmax	3	3	3	3	Topology Change (Clear Address Table) repeat count
MRP_TSTshortT	30 ms	10 ms	1 ms ^c	0,5 ms ^c	MRP_Test short interval
MRP_TSTdefaultT	50 ms	20 ms	3,5 ms ^c	1 ms ^c	MRP_Test default interval
MRP_TSTNRmax	5	3	3	3	MRP_Test monitoring count
MRP_TSTExtNRmax	15	NA ^a	NA ^a	NA ^a	MRP_Test extended monitoring count (option)
^a The following are required: The option "Non-blocking MRC supported" shall be set to FALSE for maximum recovery time=200 ms, 30 ms and 10 ms. All MRC shall support blocking mode. MRP_TSTExtNRmax not applicable. ^b The 10 ms and 30 ms recovery time puts additional restrictions on the cable length and on the reaction time of each client in the network (see 9.4 and 9.5 for details). ^c To reduce the load on network devices in case of "RING_OPEN" error (e.g. due to poor configuration), the intervals for MRP_TSTshortT and MRP_TSTdefaultT may be configured to take higher values in this case.					

9.4 MRC parameters and constraints

Table 34 specifies the MRC parameter sets (used for all four MRM parameter sets).

Table 34 – MRP MRC parameters

Parameter	Maximum recovery time 500 ms and 200 ms	Maximum recovery time 30 ms and 10 ms	Meaning
MRP_LNKdownT	20 ms	1 ms	Link Down Timer interval
MRP_LNKupT	20 ms	1 ms	Link Up Timer interval
MRP_LNKNRmax	4	4	Link Change (Up or Down) count
NOTE These parameters are computed under the assumption that the traffic load in the ring does not exceed 90 %.			

For the 10 ms and 30 ms recovery time, the MRC shall guarantee:

- fast flush of its FDB, see 9.5 for details.
- port state transition (e.g. from BLOCKED to NONBLOCKED): < 0,5 ms
- design for a short reaction time of a switch to an event to support quick reconfiguration.

NOTE The measuring of some of these parameters can be done analogous to IEC 62439-1, Clause 8.

9.5 Calculation of MRP ring recovery time

9.5.1 Overview

For a recovery time of 10 ms, the actual recovery time of the network also depends on the number of participating devices. The forwarding time of each device and the delay frames experience while travelling through the ring network needs to be accounted for. To calculate an actual figure for the reconfiguration time of a network, the following formulas described in 9.5.2 can be used. In 9.5.3, a calculation example is given for a worst case scenario. In 9.5.4, an example is given to achieve the best possible reconfiguration time for 50 devices with the consistent set of parameters for 30 ms.

NOTE Because of the high frequency of test frames for 10 ms and 30 ms recovery time, the likelihood of the detection of an error via the test frames is higher than the detection via Link down messages. Therefore, a possible faster detection via link down messages is not subject of the following calculations.

9.5.2 Deduction of formula

The actual ring recovery time is dependant on different variables, that all have to be factored in:

An MRM detects a failure of the ring after not receiving its test frames for a defined time period. This time T_{test} is described by the following formula:

$$T_{\text{test}} = \text{MRP_TSTdefaultT} * \text{MRP_TSTNRmax}$$

where

MRP_TSTdefaultT and MRP_TSTNRmax are parameters according to Table 33.

The total time a MRM needs to detect a failure is not only T_{test} , but also the dead time from the time of the actual moment a failure in the network occurs till the last reception of a test frame at the MRM. The actual moment of failure can be anywhere between the passing of the last MRM test frame at the point of failure prior to failure and the expected time of arrival of the next test frame at the point of failure, which it won't be transmitted any more. Because the exact point of failure in the topology cannot be predetermined, the time a MRP test frame takes to travel through the whole ring, T_{ring} must be taken as a basis to calculate this dead time:

$$T_{\text{ring}} = N * (T_{\text{switch}} + T_{\text{queue}} + T_{\text{bit}} + T_{\text{line}})$$

where

N is the total number of participating ring devices;

T_{switch} is the delay introduced by each switching node;

T_{queue} is the delay introduced by a frame that is being transmitted to the network, thus delaying the transmission of the MRP test frame, even if the MRP test frame is handled in a high priority switch queue;

T_{bit} is the time a device needs to send and receive MRP test traffic (typically 5,12 μs at 100 Mbit/s Ethernet for a 64 octets frame);

T_{line} is the propagation delay of the frames on the physical medium. If the distance between the switching nodes is not exceptionally large, this can be neglected.

So the actual time from the occurrence of the failure to its detection in the MRM, T_{detect} , is calculated as follows:

$$T_{\text{detect}} = T_{\text{test}} + T_{\text{ring}} \text{ or}$$

$$T_{\text{detect}} = \text{MRP_TSTdefaultT} * \text{MRP_TSTNRmax} + N * (T_{\text{switch}} + T_{\text{queue}} + T_{\text{bit}} + T_{\text{line}})$$

After the detection of the failure, the MRM starts to transmit topology change frames to initiate a FDB flush in the ring devices after a hold down time T_{hold} . This time needs to be added to the total reconfiguration time. The time a topology change frame needs to reach all devices in a worst case scenario in the ring is also T_{ring} , because the MRP_TopologyChange frame, analogous to the MRP_Test frame, may have to travel through the whole ring. The time the last device needs to flush its FDB, T_{FDB} , needs to be added, because the ring is only operational after the last device has flushed its FDB, all other devices have flushed their FDBs sooner. So the time for the ring to reconfigure is extended by the following T_{flush} :

$$T_{\text{flush}} = T_{\text{hold}} + T_{\text{ring}} + T_{\text{FDB}}$$

where

$$T_{\text{hold}} = \text{MRP_TOPchgT} * \text{MRP_TOPNRmax}, \text{ taken from Table 33;}$$

T_{FDB} is the time a device needs to flush its FDB.

For the total reconfiguration time of the ring T_{rec} , T_{detect} and T_{flush} need to be added:

$$T_{\text{rec}} = T_{\text{detect}} + T_{\text{flush}} \text{ or}$$

$$T_{\text{rec}} = \text{MRP_TSTdefaultT} * \text{MRPTSTNRmax} + 2 * N * (T_{\text{switch}} + T_{\text{queue}} + T_{\text{bit}} + T_{\text{line}}) + T_{\text{FDB}} + T_{\text{hold}}.$$

Calculation example with the consistent set of parameters for 10 ms recovery time:

$$\text{MRP_TSTdefaultT} = 1 \text{ ms}$$

$$\text{MRP_TSTNRmax} = 3$$

$$N = 50$$

$$T_{\text{switch}} = 10 \mu\text{s}$$

$T_{\text{queue}} = 0$, assuming that the MRP frames in the high priority queue are not delayed by any frames already in the buffer of a ring device and being transmitted on the network.

$$T_{\text{bit}} = 5,12 \mu\text{s}$$

$$T_{\text{line}} = 0,5 \mu\text{s} \text{ for } 100 \text{ m cable between every two network devices}$$

$$T_{\text{FDB}} = 500 \mu\text{s}$$

$$T_{\text{hold}} = 0,5 \text{ ms} \times 3, \text{ according to the consistent set of parameters for } 10 \text{ ms}$$

With this:

$$T_{\text{rec}} = 1 \text{ ms} \times 3 + 2 \times 50 \times (10 \mu\text{s} + 5,12 \mu\text{s} + 0,5 \mu\text{s}) + 0,5 \text{ ms} + 1,5 \text{ ms} \approx 6,6 \text{ ms}$$

This is a calculation under best case assumptions. It is assumed that the MRP test frames do not experience delay through transmission of other frames and that MRP traffic is transmitted under the best possible circumstances.

9.5.3 Worst case calculation for recovery time of 10 ms

In a worst case scenario, each frame vital to the ring reconfiguration experiences delay in each device on the network, introduced by a large Ethernet frame the size of 1 522 octets, which is being forwarded prior to the forwarding of the MRP frame. The example calculation thus has to factor in $T_{\text{queue}} = 122 \mu\text{s}$ for each ring device. This introduces two timing constraints that both shall be observed at the same time:

- the time $T_{\text{ring}} + \text{MRP_TSTdefaultT}$ shall not exceed T_{test} . If it would, an open ring could be falsely detected in the MRM in a situation where the delay between two test frames immediately sent after each other is varying strongly, e.g. due to network congestion. This means that T_{ring} for 10 ms recovery time may not exceed 2 ms.
- the total reconfiguration time that can be achieved in the ring shall not exceed 10 ms.

Calculation example for the worst case scenario with the consistent set of parameters for 10 ms recovery time:

$$\text{MRP_TSTNRmax} = 3$$

$$N = 14$$

$$T_{\text{switch}} = 10 \mu\text{s}$$

$T_{\text{queue}} = 122 \mu\text{s}$, assuming that the MRP frames in the high priority queue are being delayed in each switching node by one frame already in the buffer and being transmitted on the network the size of 1 522 octets.

$$T_{\text{queue}} = 5,12 \mu\text{s}$$

$$T_{\text{line}} = 0, \text{ assuming the line delay is negligible.}$$

$$T_{\text{FDB}} = 500 \mu\text{s}$$

$$T_{\text{hold}} = 0,5 \text{ ms} * 3 = 1,5 \text{ ms}$$

With this:

$$T_{\text{ring}} = 14 * (10 \mu\text{s} + 122 \mu\text{s} + 5,12 \mu\text{s}) \approx 1,9 \text{ ms}$$

$$T_{\text{rec}} = 1 \text{ ms} * 3 + 2 * 14 * (10 \mu\text{s} + 122 \mu\text{s} + 5,12 \mu\text{s}) + 0,5 \text{ ms} + 1,5 \text{ ms} \approx 8,8 \text{ ms}$$

This shows that under the assumption of the timing parameters above and the worst case scenario, the 10 ms recovery time can be achieved when the number of devices in the ring (N) is 14 or lower.

9.5.4 Worst case calculation for 50 devices

With N=50 devices, the consistent set of parameters for 30 ms recovery time and the same worst case scenario as described in 9.5.3, the following T_{ring} can be achieved:

$$T_{\text{ring}} = 50 * (10 \mu\text{s} + 122 \mu\text{s} + 5,12 \mu\text{s}) \approx 6,9 \text{ ms}$$

When MRP_TSTdefaultT is extended to 3,5 ms, $T_{\text{ring}} + \text{MRP_TSTdefaultT} \approx 10,4 \text{ ms}$ is below the threshold for open ring detection in the MRM, T_{test} , which is for the consistent set of parameters for 30 ms:

$$T_{\text{test}} = \text{MRP_TSTdefaultT} * \text{MRP_TSTNRmax} = 3,5 \text{ ms} * 3 = 10,5 \text{ ms}.$$

This results in the following total reconfiguration time for the ring for 50 devices in a worst case situation, with the consistent set of parameters for 30 ms:

$$T_{\text{rec}} = 3,5 \text{ ms} * 3 + 2 * 50 (10 \mu\text{s} + 122 \mu\text{s} + 5,12 \mu\text{s}) + 0,5 \text{ ms} + 1,5 \text{ ms} \approx 26,2 \text{ ms}$$

NOTE To provide a viable means of calculating the actual recovery time of a network, a device manufacturer claiming support for 10 ms and 30 ms recovery time should disclose T_{switch} and T_{FDB} for the supporting devices.

10 MRP Management Information Base (MIB)

10.1 General

For the configuration of MRP nodes there are two optional network Management Information Bases (MIBs)

Subclause 10.2 provides a MIB with a monitoring view. This can be used for field devices.

Subclause 10.3 provides a MIB with a management and monitoring view. This can be used for network components.

10.2 MRP MIB with a monitoring view

```
-- *****
-- Monitoring MIB definitions
-- *****

IEC-62439-2-MIB          DEFINITIONS ::= BEGIN

-- *****
-- Imports
-- *****

IMPORTS
    MODULE-IDENTITY,
    OBJECT-IDENTITY,
    OBJECT-TYPE,
    TimeTicks,
    Counter32,
    Unsigned32,
```

```

Integer32                FROM SNMPv2-SMI
DisplayString             FROM SNMPv2-TC;

-- *****
-- Declaration of IEC62439UuidType
-- *****
IEC62439UuidType ::= TEXTUAL-CONVENTION
    STATUS         current
    DESCRIPTION    "
        The IEC 61158-5-10 defines the structure of
        the UUID as a data type numeric
        identifier 1025.
    "
    SYNTAX         OCTET STRING (SIZE (16))

-- *****
-- Root OID
-- *****
iec62439  MODULE-IDENTITY
    LAST-UPDATED "200811100000Z" -- November 10, 2008
    ORGANIZATION "IEC/SC 65C"
    CONTACT-INFO "
        International Electrotechnical Commission
        IEC Central Office
        3, rue de Varembe
        P.O. Box 131
        CH - 1211 GENEVA 20
        Switzerland
        Phone: +41 22 919 02 11
        Fax: +41 22 919 03 00
        email: info@iec.ch
    "
    DESCRIPTION    "
        This MIB module defines the Network Management interfaces
        for the Redundancy Protocols defined by the IEC
        standard 62439.
        This definitions specify the pure monitoring variant
        of a SNMP entity. If the SNMP entity also contains
        management functionality, then IEC 62439 management MIB
        definitions shall be used instead of this MIB module.
    "

    REVISION      "200811100000Z" -- November 10, 2008
    DESCRIPTION    "
        The undefined use of the value 'badValue' for objects
        of the optional 'mrpDomainDiagGroup' has been removed
        from DESCRIPTION clause at the objects concerned.
        The role dependency of the objects 'mrpDomainState' and
        'mrpDomainError' in the DESCRIPTION clause removed.
    "

    REVISION      "200708240000Z" -- August 24, 2007
    DESCRIPTION    "
        Final Draft Proposal version of the Network Management
        interface for the Media Redundancy Protocol (MRP) with
        the division in pure Monitoring functionality and in
        additional management functionality.
    "

    REVISION      "200811100000Z" -- November 10, 2008
    DESCRIPTION    "
        Separation of IEC 62439 into a suite of documents
        This MIB applies to IEC 62439-2, no change in functionality
    "

    ::= { iso std(0) 62439-2 }

-- *****
-- Redundancy Protocols
-- *****
mrp      OBJECT IDENTIFIER ::= { iec62439 1 }
prp      OBJECT IDENTIFIER ::= { iec62439 2 }
crp      OBJECT IDENTIFIER ::= { iec62439 3 }
brp      OBJECT IDENTIFIER ::= { iec62439 4 }

-- *****
-- objects groups of redundancy object identifiers
-- *****

```

```

mrpObjects          OBJECT IDENTIFIER ::= { mrp 1 }
mrpNotifications    OBJECT IDENTIFIER ::= { mrp 2 }
mrpConformance      OBJECT IDENTIFIER ::= { mrp 3 }

-- *****
-- Objects of the MRP Network Management
-- *****

mrpDomainTable      OBJECT-TYPE
    SYNTAX            SEQUENCE OF MrpDomainEntry
    MAX-ACCESS        not-accessible
    STATUS            current
    DESCRIPTION       "
        Every entry in this table contains information about
        a Media Redundancy Protocol (MRP) domain.

        Entries cannot be created or deleted via SNMP
        operations.
    "
    ::= { mrpObjects 1 }

mrpDomainEntry      OBJECT-TYPE
    SYNTAX            MrpDomainEntry
    MAX-ACCESS        not-accessible
    STATUS            current
    DESCRIPTION       "An entry in the mrpDomainTable."
    INDEX             { mrpDomainIndex }
    ::= { mrpDomainTable 1 }

MrpDomainEntry ::= SEQUENCE {
    mrpDomainIndex      Unsigned32,
    mrpDomainID         IEC62439UuidType,
    mrpDomainName       DisplayString,
    mrpDomainAdminRole  Integer32,
    mrpDomainOperRole   Integer32,
    mrpDomainRingPort1  Integer32,
    mrpDomainRingPort1State INTEGER,
    mrpDomainRingPort2  Integer32,
    mrpDomainRingPort2State INTEGER,
    mrpDomainState      BITS,
    mrpDomainError      BITS,
    mrpDomainBlocked    INTEGER,
    mrpDomainVlanId     Unsigned32,
    mrpDomainManagerPriority INTEGER,
    mrpDomainRingOpenCount Counter32,
    mrpDomainLastRingOpenChange TimeTicks,
    mrpDomainRoundTripDelayMax Unsigned32,
    mrpDomainRoundTripDelayMin Unsigned32,
    mrpDomainResetRoundTripDelays INTEGER,
    mrpDomainMRMReactOnLinkChange INTEGER
}

mrpDomainIndex      OBJECT-TYPE
    SYNTAX            Unsigned32
    MAX-ACCESS        not-accessible
    STATUS            current
    DESCRIPTION       "The index of the entry"
    ::= { mrpDomainEntry 1 }

mrpDomainID         OBJECT-TYPE
    SYNTAX            IEC62439UuidType
    MAX-ACCESS        read-only
    STATUS            current
    DESCRIPTION       "
        Universally unique identifier belongs to the MRP domain
        which represents a ring.
    "
    ::= { mrpDomainEntry 2 }

mrpDomainName       OBJECT-TYPE
    SYNTAX            DisplayString
    MAX-ACCESS        read-only
    STATUS            current
    DESCRIPTION       "
        A logical name for the MRP domain to ease the
        management of MRP domains.
    "
    ::= { mrpDomainEntry 3 }

```

```

mrpDomainAdminRole OBJECT-TYPE
    SYNTAX      Integer32 {
                  disable(0),
                  client(1),
                  manager(2)
                }
    MAX-ACCESS   read-write
    STATUS       current
    DESCRIPTION   "
                  Control the MRP behavior of the system per domain.

                  If the value is set to disable(0) the MRP entity of
                  this domain shall be disabled.
                  If the value is set to client(1) the entity shall be set
                  to the role of a Media Redundancy Client (MRC).
                  If the value is set to manager(2) the entity shall be
                  set to the role of a Media Redundancy Manager (MRM).
                  The factory settings are recommended to adjust the
                  value of this object to the client(1) capability of the
                  component in order to prevent multiple managers are
                  in ring (the order of the capabilities are not
                  necessarily conform to the order of the object values
                  here).
                  If the agent restricts the write access, no matter what
                  reason, it shall reject write requests by responding
                  with 'badValue'.
                  "

 ::= { mrpDomainEntry 4 }

mrpDomainOperRole OBJECT-TYPE
    SYNTAX      Integer32 {
                  disable(0),
                  client(1),
                  manager(2)
                }
    MAX-ACCESS   read-only
    STATUS       current
    DESCRIPTION   "
                  The operational role of an MRP entity per domain.
                  A value of disabled(0) signals that the entity doesn't
                  work (whatever reason).
                  A value of client(1) signals that the entity is in a
                  client role.
                  A value of manager(2) signals that the entity is the
                  manager of this MRP domain.
                  "

 ::= { mrpDomainEntry 5 }

mrpDomainRingPort1 OBJECT-TYPE
    SYNTAX      Integer32
    MAX-ACCESS   read-only
    STATUS       current
    DESCRIPTION   "
                  The ifIndex of the layer 2 interface which is used
                  as ring port 1.
                  "

 ::= { mrpDomainEntry 6 }

mrpDomainRingPort1State OBJECT-TYPE
    SYNTAX      INTEGER {
                  disabled(1),
                  blocked(2),
                  forwarding(3),
                  not-connected(4)
                }
    MAX-ACCESS   read-only
    STATUS       current
    DESCRIPTION   "
                  Operational state of the first Ring-Port.

                  disabled(1) indicates that all frames are dropped.
                  blocked(2) indicates that all frames are dropped except
                  - MRP topology change frames and MRP test frames from
                    a MRM,
                  - MRP link change frames from an MRC,
                  - frames from other protocols that also define to pass
                    blocked(2) ports.
                  forwarding(3) indicates that all frames are passed through

```

```

        according to the forwarding behavior
        of IEEE 802.1D.
not-connected(4) indicates that the port has no link.
"
 ::= { mrpDomainEntry 7 }

mrpDomainRingPort2 OBJECT-TYPE
SYNTAX      Integer32
MAX-ACCESS  read-only
STATUS      current
DESCRIPTION  "
            The ifIndex of the layer 2 interface which is
            used as ring port 2.
            "
 ::= { mrpDomainEntry 8 }

mrpDomainRingPort2State OBJECT-TYPE
SYNTAX      INTEGER {
                disabled(1),
                blocked(2),
                forwarding(3),
                not-connected(4)
            }
MAX-ACCESS  read-only
STATUS      current
DESCRIPTION  "
            Operational state of the second Ring-Port.

            disabled(1) indicates that all frames are dropped.
            blocked(2) indicates that all frames are dropped except
                - MRP topology change frames and MRP test frames from
                  a MRM,
                - MRP link change frames from an MRC,
                - frames from other protocols that also define to pass
                  blocked(2) ports.
            forwarding(3) indicates that all frames are passed through
                according to the forwarding behavior
                of IEEE 802.1D.
            not-connected(4) indicates that the port has no link.
            "
 ::= { mrpDomainEntry 9 }

mrpDomainState OBJECT-TYPE
SYNTAX      BITS {
                disabled(0),
                undefined(1),
                ringOpen(2),
                reserved(3)
            }
MAX-ACCESS  read-only
STATUS      current
DESCRIPTION  "
            Operational status of the MRP entity.
            disabled(0) - MRP switched off. All higher bits are invalid
                        and shall be reset.
            undefined(1) - Value is not valid.
                        All higher bits are invalid and shall be reset.
            ringOpen(2) - MRP ring redundancy lost
                        All higher bits are invalid and shall be reset.
            reserved(3) - reserved for further extensions.
            "
 ::= { mrpDomainEntry 10 }

mrpDomainError OBJECT-TYPE
SYNTAX      BITS {
                noError(0),
                invalidVlanId(1),
                invalid(2),
                multipleMRM(3),
                singleSideReceive(4)
            }
MAX-ACCESS  read-only
STATUS      current
DESCRIPTION  "
            If the device couldn't switch to the desired administrative state
            (thus the value of 'mrpDomainState' is not the expected one),
            this value provides the reason. Otherwise the bit noError(0) is set.
    
```

```

noError(0)          - the operational state of the device is conform
                      to administrative state.
                      All higher bits are invalid and shall be reset.
invalidVlanId(1)     - the assigned VLAN ID is not permitted .
invalid (2)          - Value is not valid.
                      All higher bits are invalid and shall be reset.
multipleMRM(3)       - multiple active managers in ring domain.
singleSideReceive(4) - the test frames of an MRM
                      have been seen, but only on one port.
"
 ::= { mrpDomainEntry 11 }

mrpDomainBlocked OBJECT-TYPE
SYNTAX            INTEGER {
                    enabled(1),
                    disabled(2)
                  }
MAX-ACCESS        read-only
STATUS            current
DESCRIPTION       "
                  The entity supports blocked ring ports.
                  Shows whether a mrp domain requires the support of the
                  BLOCKED port state at ring ports.
                  The manager of a mrp domain decides whether this support
                  is required.
                  Set to enabled the manager demands that all clients
                  shall support the blocked attribute also set to enabled.
                  If mrpDomainBlocked is set disabled at the manager,
                  then the value of mrpDomainBlocked can be arbitrary
                  at the clients.
enabled(1)        client: supports ring ports whose port state can be
                  blocked.
                  manager: works only with clients supporting blocked
                  ring ports.
disabled(2)       client: no support of blocked ring ports.
                  manager: Work with clients supporting blocked ring
                  ports and with clients not supporting
                  blocked ring ports.
"
 ::= { mrpDomainEntry 12 }

mrpDomainVlanId OBJECT-TYPE
SYNTAX            Unsigned32
MAX-ACCESS        read-only
STATUS            current
DESCRIPTION       "
                  The VLAN ID assigned to the MRP protocol.
                  The VLAN ID only is in use when the bit invalidVlanId
                  is not set in mrpDomainError.
                  If value is set to 0 no VLAN is assigned.
                  The invalidVlanId shall be set to 0 (no Error).
"
 ::= { mrpDomainEntry 13 }

-- *****
-- Objects of the MRP Network Management for manager role
-- *****

mrpDomainManagerPriority OBJECT-TYPE
SYNTAX            INTEGER (0..65535)
MAX-ACCESS        read-only
STATUS            current
DESCRIPTION       "
                  The priority of this MRP entity. If the device is
                  client only, the value of this object shall be ignored
                  by the MRP entity. Only the four most significant bits
                  shall be used, the bits 0 to 11 are reserved. The
                  smaller value has the higher priority.
"
 ::= { mrpDomainEntry 14 }

mrpDomainRingOpenCount OBJECT-TYPE
SYNTAX            Counter32
MAX-ACCESS        read-only
STATUS            current
DESCRIPTION       "
                  Counter for ring-state changes to open.
"

```

```

::= { mrpDomainEntry 15 }

mrpDomainLastRingOpenChange OBJECT-TYPE
    SYNTAX      TimeTicks
    MAX-ACCESS   read-only
    STATUS       current
    DESCRIPTION  "
                Timeticks since last change of ring-state
                to ring open.
                "

::= { mrpDomainEntry 16 }

mrpDomainRoundTripDelayMax OBJECT-TYPE
    SYNTAX      Unsigned32
    UNITS       "microseconds"
    MAX-ACCESS   read-only
    STATUS       current
    DESCRIPTION  "
                The max. Round-Trip-Delay (in milliseconds)
                which was measured since startup.
                "

::= { mrpDomainEntry 17 }

mrpDomainRoundTripDelayMin OBJECT-TYPE
    SYNTAX      Unsigned32
    UNITS       "microseconds"
    MAX-ACCESS   read-only
    STATUS       current
    DESCRIPTION  "
                The min. Round-Trip-Delay (in milliseconds)
                which was measured since startup.
                "

::= { mrpDomainEntry 18 }

mrpDomainResetRoundTripDelays OBJECT-TYPE
    SYNTAX      INTEGER {
                    resetDelays(1)
                }
    MAX-ACCESS   read-write
    STATUS       current
    DESCRIPTION  "
                A write request with resetDelays(1) shall reset
                the values of mrpDomainRoundTripDelayMax and
                mrpDomainRoundTripDelayMin to zero at the
                same time.
                "

::= { mrpDomainEntry 19 }

mrpDomainMRMReactOnLinkChange OBJECT-TYPE
    SYNTAX      INTEGER {
                    enabled(1),
                    disabled(2)
                }
    MAX-ACCESS   read-only
    STATUS       current
    DESCRIPTION  "
                Tells whether the MRM reacts on all MRP link change
                frames or not.
                enabled(1) indicates that the MRM reacts on all MRP
                link change frames.
                disabled(2) indicates that the MRM does not react on
                link down MRP link change frames.
                "

::= { mrpDomainEntry 20 }

-- *****
-- conformance statements
-- *****
mrpRedundancyGroups OBJECT IDENTIFIER ::= { mrpConformance 1 }

mrpDomainBasicGroup OBJECT-GROUP
    OBJECTS {
        mrpDomainIndex,
        mrpDomainID,
        mrpDomainName,
        mrpDomainAdminRole,
        mrpDomainOperRole,
        mrpDomainRingPort1,
    }

```

```

        mrpDomainRingPort1State,
        mrpDomainRingPort2,
        mrpDomainRingPort2State,
        mrpDomainState,
        mrpDomainBlocked
    }
    STATUS          current
    DESCRIPTION     "
                    Parameters which are necessary to monitor status of
                    MRP domains.
                    "

    ::= { mrpRedundancyGroups 1 }

mrpDomainManagerGroup OBJECT-GROUP
    OBJECTS {
        mrpDomainManagerPriority
    }
    STATUS          current
    DESCRIPTION     "
                    Parameters which are additional to monitor status of
                    MRP domain managers.
                    "

    ::= { mrpRedundancyGroups 2 }

mrpDomainBlockingCntlGroup OBJECT-GROUP
    OBJECTS {
        mrpDomainMRMReactOnLinkChange
    }
    STATUS          current
    DESCRIPTION     "
                    Parameters which are optional to monitor and
                    control blocking behavior of MRP domains.
                    "

    ::= { mrpRedundancyGroups 3 }

mrpDomainDiagGroup OBJECT-GROUP
    OBJECTS {
        mrpDomainError,
        mrpDomainRingOpenCount,
        mrpDomainLastRingOpenChange,
        mrpDomainRoundTripDelayMax,
        mrpDomainRoundTripDelayMin,
        mrpDomainResetRoundTripDelays
    }
    STATUS          current
    DESCRIPTION     "
                    Parameters which are optional to monitor
                    and control the diagnostic status of MRP domains.
                    "

    ::= { mrpRedundancyGroups 4 }

mrpDomainAdvancedGroup OBJECT-GROUP
    OBJECTS {
        mrpDomainVlanId
    }
    STATUS          current
    DESCRIPTION     "
                    Parameters which are optional to monitor
                    the status of MRP domains.
                    "

    ::= { mrpRedundancyGroups 5 }

-- *****
-- compliance specifications
-- *****
mrpRedundancyCompliances OBJECT IDENTIFIER ::= { mrpConformance 2 }

mrpDomainBasicCompliance MODULE-COMPLIANCE
    STATUS          current
    DESCRIPTION     "
                    Basic implementation requirements for MRP support.
                    The agent shall support the monitoring of redundancy
                    domains.
                    "

    MODULE
    MANDATORY-GROUPS

        {
            mrpDomainBasicGroup

```

```

    }
GROUP      mrpDomainAdvancedGroup
DESCRIPTION
    "
    For SNMP agents it is optional to support
    advanced monitoring of redundancy domains.
    "

 ::= { mrpRedundancyCompliances 1 }

mrpDomainManagerCompliance MODULE-COMPLIANCE
STATUS      current
DESCRIPTION  "
    Manager implementation requirements for MRP
    support. The agent shall support the monitoring
    of redundancy domains.
    "

MODULE
MANDATORY-GROUPS      {
                        mrpDomainBasicGroup,
                        mrpDomainManagerGroup
                        }

GROUP      mrpDomainBlockingCtrlGroup
DESCRIPTION "
    For SNMP agents it is optional to support blocking control.
    "

GROUP      mrpDomainDiagGroup
DESCRIPTION "
    For SNMP agents it is optional to support
    monitoring of the diagnostic status of MRP domains.
    "

 ::= { mrpRedundancyCompliances 2 }

END
-- *****
-- EOF
-- *****

```

10.3 MRP MIB with a management and monitoring view

```

-- *****
-- Management MIB definitions
-- *****

IEC-62439-2-MIB      DEFINITIONS ::= BEGIN

-- *****
-- Imports
-- *****

IMPORTS
    MODULE-IDENTITY,
    OBJECT-IDENTITY,
    OBJECT-TYPE,
    TimeTicks,
    Counter32,
    Unsigned32,
    Integer32
        FROM SNMPv2-SMI
    DisplayString, RowStatus FROM SNMPv2-TC;

-- *****
-- Declaration of IEC62439UuidType
-- *****
IEC62439UuidType ::= TEXTUAL-CONVENTION
    STATUS      current
    DESCRIPTION  "
        The IEC 61158-5-10 defines the structure of
        the UUID as a data type numeric
        identifier 1025.
        "
    SYNTAX      OCTET STRING (SIZE (16))

-- *****
-- Root OID
-- *****
iec62439      MODULE-IDENTITY

```

LAST-UPDATED "200711120000Z" -- November 12, 2007
 ORGANIZATION "IEC/SC 65C"
 CONTACT-INFO "

International Electrotechnical Commission
 IEC Central Office
 3, rue de Varembe
 P.O. Box 131
 CH - 1211 GENEVA 20
 Switzerland
 Phone: +41 22 919 02 11
 Fax: +41 22 919 03 00
 email: info@iec.ch
 "

DESCRIPTION "

This MIB module defines the Network Management interfaces for the three Redundancy Protocols defined by the IEC standard 62439.

This definitions specify the monitoring and management variant of a SNMP entity. If the SNMP entity only contains monitoring functionality, then IEC 62439 monitoring MIB definitions shall be used instead of this MIB module. An entity may support either the monitoring facet only or the management facet including the monitoring facet as a subset.
 "

REVISION "200711120000Z" -- November 12, 2007

DESCRIPTION "

The undefined use of the value 'badValue' for objects of the optional 'mrpDomainDiagGroup' has been removed from DESCRIPTION clause at the objects concerned. The role dependency of the objects 'mrpDomainState' and 'mrpDomainError' in the DESCRIPTION clause removed.
 "

REVISION "200708240000Z" -- August 24, 2007

DESCRIPTION "

Final Draft Proposal version of the Network Management interface for the Media Redundancy Protocol (MRP) with the monitoring functionality and the additional management functionality.
 "

::= { iso std(0) 62439 }

-- *****
 -- Redundancy Protocols
 -- *****
 mrp OBJECT IDENTIFIER ::= { iec62439 1 }
 prp OBJECT IDENTIFIER ::= { iec62439 2 }
 crp OBJECT IDENTIFIER ::= { iec62439 3 }
 brp OBJECT IDENTIFIER ::= { iec62439 4 }
 -- *****
 -- objects groups of redundancy object identifiers
 -- *****
 mrpObjects OBJECT IDENTIFIER ::= { mrp 1 }
 mrpNotifications OBJECT IDENTIFIER ::= { mrp 2 }
 mrpConformance OBJECT IDENTIFIER ::= { mrp 3 }
 -- *****
 -- Objects of the MRP Network Management
 -- *****
 mrpDomainTable OBJECT-TYPE
 SYNTAX SEQUENCE OF MrpDomainEntry
 MAX-ACCESS not-accessible
 STATUS current
 DESCRIPTION "
 Every entry in this table contains information about
 a Media Redundancy Protocol (MRP) domain.
 Row entries can be created or deleted via
 SNMP operations. Therefore the MAX-ACCESS values
 of some Object Identifier are different from the
 values of the same Object Identifier in the
 pure monitoring facet.
 "
 ::= { mrpObjects 1 }

```

mrpDomainEntry      OBJECT-TYPE
    SYNTAX            MrpDomainEntry
    MAX-ACCESS        not-accessible
    STATUS            current
    DESCRIPTION        "An entry in the mrpDomainTable."
    INDEX             { mrpDomainIndex }
    ::= { mrpDomainTable 1 }

MrpDomainEntry ::= SEQUENCE {
    mrpDomainIndex      Unsigned32,
    mrpDomainID         IEC62439UuidType,
    mrpDomainName       DisplayString,
    mrpDomainAdminRole  Integer32,
    mrpDomainOperRole   Integer32,
    mrpDomainRingPort1  Integer32,
    mrpDomainRingPort1State  INTEGER,
    mrpDomainRingPort2  Integer32,
    mrpDomainRingPort2State  INTEGER,
    mrpDomainState      BITS,
    mrpDomainError      BITS,
    mrpDomainBlocked    INTEGER,
    mrpDomainVlanId     Unsigned32,
    mrpDomainManagerPriority  INTEGER,
    mrpDomainRingOpenCount  Counter32,
    mrpDomainLastRingOpenChange  TimeTicks,
    mrpDomainRoundTripDelayMax  Unsigned32,
    mrpDomainRoundTripDelayMin  Unsigned32,
    mrpDomainResetRoundTripDelays  INTEGER,
    mrpDomainMRMReactOnLinkChange  INTEGER,
    mrpDomainRowStatus    RowStatus
}

mrpDomainIndex      OBJECT-TYPE
    SYNTAX            Unsigned32
    MAX-ACCESS        not-accessible
    STATUS            current
    DESCRIPTION        "The index of the entry"
    ::= { mrpDomainEntry 1 }

mrpDomainID         OBJECT-TYPE
    SYNTAX            IEC62439UuidType
    MAX-ACCESS        read-create
    STATUS            current
    DESCRIPTION        "
    Universally unique identifier belongs to the MRP domain
    which represents a ring.
    "
    ::= { mrpDomainEntry 2 }

mrpDomainName       OBJECT-TYPE
    SYNTAX            DisplayString
    MAX-ACCESS        read-create
    STATUS            current
    DESCRIPTION        "
    A logical name for the MRP domain to ease the
    management of MRP domains.
    "
    ::= { mrpDomainEntry 3 }

mrpDomainAdminRole  OBJECT-TYPE
    SYNTAX            Integer32 {
        disable(0),
        client(1),
        manager(2)
    }
    MAX-ACCESS        read-write
    STATUS            current
    DESCRIPTION        "
    Control the MRP behavior of the system per domain.

    If the value is set to disable(0) the MRP entity of
    this domain shall be disabled.
    If the value is set to client(1) the entity shall be set
    to the role of a Media Redundancy Client (MRC).
    If the value is set to manager(2) the entity shall be
    set to the role of a Media Redundancy Manager (MRM).
    The factory settings are recommended to adjust the
    value of this object to the client(1) capability of the

```

component in order to prevent multiple managers are in ring (the order of the capabilities are not necessarily conform to the order of the object values here).

If the agent restricts the write access, no matter what reason, it shall reject write requests by responding with 'badValue'.

```

 ::= { mrpDomainEntry 4 }

mrpDomainOperRole OBJECT-TYPE
  SYNTAX          Integer32 {
                    disable(0),
                    client(1),
                    manager(2)
                  }
  MAX-ACCESS      read-only
  STATUS          current
  DESCRIPTION     "
                  The operational role of an MRP entity per domain.
                  A value of disabled(0) signals that the entity doesn't
                  work (whatever reason).
                  A value of client(1) signals that the entity is in a
                  client role.
                  A value of manager(2) signals that the entity is the
                  manager of this MRP domain.
                  "

 ::= { mrpDomainEntry 5 }

mrpDomainRingPort1 OBJECT-TYPE
  SYNTAX          Integer32
  MAX-ACCESS      read-create
  STATUS          current
  DESCRIPTION     "
                  The ifIndex of the layer 2 interface which is used
                  as ring port 1.
                  "

 ::= { mrpDomainEntry 6 }

mrpDomainRingPort1State OBJECT-TYPE
  SYNTAX          INTEGER {
                    disabled(1),
                    blocked(2),
                    forwarding(3),
                    not-connected(4)
                  }
  MAX-ACCESS      read-only
  STATUS          current
  DESCRIPTION     "
                  Operational state of the first Ring-Port.

                  disabled(1) indicates that all frames are dropped.
                  blocked(2) indicates that all frames are dropped except
                           - MRP topology change frames and MRP test frames from
                           a MRM,
                           - MRP link change frames from an MRC,
                           - frames from other protocols that also define to pass
                           blocked(2) ports.
                  forwarding(3) indicates that all frames are passed through
                           according to the forwarding behavior
                           of IEEE 802.1D.
                  not-connected(4) indicates that the port has no link.
                  "

 ::= { mrpDomainEntry 7 }

mrpDomainRingPort2 OBJECT-TYPE
  SYNTAX          Integer32
  MAX-ACCESS      read-create
  STATUS          current
  DESCRIPTION     "
                  The ifIndex of the layer 2 interface which is
                  used as ring port 2.
                  "

 ::= { mrpDomainEntry 8 }

mrpDomainRingPort2State OBJECT-TYPE
  SYNTAX          INTEGER {
                    disabled(1),

```

```

        blocked(2),
        forwarding(3),
        not-connected(4)
    }
MAX-ACCESS      read-only
STATUS          current
DESCRIPTION     "
                Operational state of the second Ring-Port.

disabled(1)      indicates that all frames are dropped.
blocked(2)       indicates that all frames are dropped except
                - MRP topology change frames and MRP test frames from
                  a MRM,
                - MRP link change frames from an MRC,
                - frames from other protocols that also define to pass
                  blocked(2) ports.
forwarding(3)    indicates that all frames are passed through
                according to the forwarding behavior
                of IEEE 802.1D.
not-connected(4) indicates that the port has no link.
"
 ::= { mrpDomainEntry 9 }

mrpDomainState OBJECT-TYPE
SYNTAX          BITS {
                disabled(0),
                undefined(1),
                ringOpen(2),
                reserved(3)
            }
MAX-ACCESS      read-only
STATUS          current
DESCRIPTION     "
                Operational status of the MRP entity.
disabled(0)     - MRP switched off. All higher bits are invalid
                and shall be reset.
undefined(1)    - Value is not valid.
                All higher bits are invalid and shall be reset.
ringOpen(2)     - MRP ring redundancy lost
                All higher bits are invalid and shall be reset.
reserved(3)     - reserved for further extensions.
"
 ::= { mrpDomainEntry 10 }

mrpDomainError OBJECT-TYPE
SYNTAX          BITS {
                noError(0),
                invalidVlanId(1),
                invalid(2),
                multipleMRM(3),
                singleSideReceive(4)
            }
MAX-ACCESS      read-only
STATUS          current
DESCRIPTION     "
                If the device couldn't switch to the desired administrative state
                (thus the value of 'mrpDomainState' is not the expected one),
                this value provides the reason. Otherwise the bit noError(0) is set.

noError(0)      - the operational state of the device is conform
                to administrative state.
                All higher bits are invalid and shall be reset.
invalidVlanId(1) - the assigned VLAN ID is not permitted .
invalid(2)       - Value is not valid.
                All higher bits are invalid and shall be reset.
multipleMRM(3)   - multiple active managers in ring domain.
singleSideReceive(4) - the test frames of an MRM
                have been seen, but only on one port.
"
 ::= { mrpDomainEntry 11 }

mrpDomainBlocked OBJECT-TYPE
SYNTAX          INTEGER {
                enabled(1),
                disabled(2)
            }
MAX-ACCESS      read-only

```

```

STATUS          current
DESCRIPTION      "
                The entity supports blocked ring ports.
                Shows whether a mrp domain requires the support of the
                BLOCKED port state at ring ports.
                The manager of a mrp domain decides whether this support
                is required.
                Set to enabled the manager demands that all clients
                shall support the blocked attribute also set to enabled.
                If mrpDomainBlocked is set disabled at the manager,
                then the value of mrpDomainBlocked can be arbitrary
                at the clients.
    enabled(1)   client: supports ring ports whose port state can be
                blocked.
                manager: works only with clients supporting blocked
                ring ports.
    disabled(2)  client: no support of blocked ring ports.
                manager: Work with clients supporting blocked ring
                ports and with clients not supporting
                blocked ring ports.
                "
::= { mrpDomainEntry 12 }

mrpDomainVlanId OBJECT-TYPE
SYNTAX          Unsigned32
MAX-ACCESS      read-create
STATUS          current
DESCRIPTION      "
                The VLAN ID assigned to the MRP protocol.
                The VLAN ID only is in use when the bit invalidVlanId
                is not set in mrpDomainError.
                If value is set to 0 no VLAN is assigned.
                The invalidVlanId shall be set to 0 (no Error).
                "
::= { mrpDomainEntry 13 }

-- *****
-- Objects of the MRP Network Management for manager role
-- *****
mrpDomainManagerPriority OBJECT-TYPE
SYNTAX          INTEGER (0..65535)
MAX-ACCESS      read-create
STATUS          current
DESCRIPTION      "
                The priority of this MRP entity. If the device is
                client only, the value of this object shall be ignored
                by the MRP entity. Only the four most significant bits
                shall be used, the bits 0 to 11 are reserved. The
                smaller value has the higher priority.
                "
::= { mrpDomainEntry 14 }

mrpDomainRingOpenCount OBJECT-TYPE
SYNTAX          Counter32
MAX-ACCESS      read-only
STATUS          current
DESCRIPTION      "
                Counter for ring-state changes to open.
                "
::= { mrpDomainEntry 15 }

mrpDomainLastRingOpenChange OBJECT-TYPE
SYNTAX          TimeTicks
MAX-ACCESS      read-only
STATUS          current
DESCRIPTION      "
                Timeticks since last change of ring-state
                to ring open.
                "
::= { mrpDomainEntry 16 }

mrpDomainRoundTripDelayMax OBJECT-TYPE
SYNTAX          Unsigned32
UNITS           "microseconds"
MAX-ACCESS      read-only
STATUS          current
DESCRIPTION      "
                The max. Round-Trip-Delay (in milliseconds)

```

```

        which was measured since startup.
        "
    ::= { mrpDomainEntry 17 }

mrpDomainRoundTripDelayMin OBJECT-TYPE
    SYNTAX      Unsigned32
    UNITS       "microseconds"
    MAX-ACCESS   read-only
    STATUS      current
    DESCRIPTION  "
        The min. Round-Trip-Delay (in milliseconds)
        which was measured since startup.
        "
    ::= { mrpDomainEntry 18 }

mrpDomainResetRoundTripDelays OBJECT-TYPE
    SYNTAX      INTEGER {
        resetDelays(1)
    }
    MAX-ACCESS   read-write
    STATUS      current
    DESCRIPTION  "
        A write request with resetDelays(1) shall reset
        the values of mrpDomainRoundTripDelayMax and
        mrpDomainRoundTripDelayMin to zero at the
        same time.
        "
    ::= { mrpDomainEntry 19 }

mrpDomainMRMReactOnLinkChange OBJECT-TYPE
    SYNTAX      INTEGER {
        enabled(1),
        disabled(2)
    }
    MAX-ACCESS   read-create
    STATUS      current
    DESCRIPTION  "
        Tells whether the MRM reacts on all MRP link change
        frames or not.
        enabled(1) indicates that the MRM reacts on all MRP
        link change frames.
        disabled(2) indicates that the MRM does not react on
        link down MRP link change frames.
        "
    ::= { mrpDomainEntry 20 }

-- *****
-- additional Objects of the MRP Network Management for management
-- *****

mrpDomainRowStatus OBJECT-TYPE
    SYNTAX      RowStatus
    MAX-ACCESS   read-create
    STATUS      current
    DESCRIPTION  "
        Support of creation and deletion of rows.
        A row can be taken out of service by writing
        the value notInService(2).
        "
    ::= { mrpDomainEntry 21}

-- *****
-- conformance statements
-- *****
mrpRedundancyGroups OBJECT IDENTIFIER ::= { mrpConformance 1 }

mrpDomainBasicGroup OBJECT-GROUP
    OBJECTS {
        mrpDomainIndex,
        mrpDomainID,
        mrpDomainName,
        mrpDomainAdminRole,
        mrpDomainOperRole,
        mrpDomainRingPort1,
        mrpDomainRingPort1State,
        mrpDomainRingPort2,
        mrpDomainRingPort2State,
        mrpDomainState,
    }

```

```

        mrpDomainBlocked,
        mrpDomainRowStatus
    }
    STATUS                current
    DESCRIPTION            "
                           Parameters which are necessary to monitor
                           and control the status of MRP domains.
                           "

    ::= { mrpRedundancyGroups 1 }

mrpDomainManagerGroup OBJECT-GROUP
    OBJECTS {
        mrpDomainManagerPriority
    }
    STATUS                current
    DESCRIPTION            "
                           Parameters which are additional to monitor
                           and control the status of MRP domain managers.
                           "

    ::= { mrpRedundancyGroups 2 }

mrpDomainBlockingCntlGroup OBJECT-GROUP
    OBJECTS {
        mrpDomainMRMReactOnLinkChange
    }
    STATUS                current
    DESCRIPTION            "
                           Parameters which are optional to monitor and control
                           blocking behavior of MRP domains.
                           "

    ::= { mrpRedundancyGroups 3 }

mrpDomainDiagGroup OBJECT-GROUP
    OBJECTS {
        mrpDomainError,
        mrpDomainRingOpenCount,
        mrpDomainLastRingOpenChange,
        mrpDomainRoundTripDelayMax,
        mrpDomainRoundTripDelayMin,
        mrpDomainResetRoundTripDelays
    }
    STATUS                current
    DESCRIPTION            "
                           Parameters which are optional to monitor
                           and control the diagnostic status of MRP domains.
                           "

    ::= { mrpRedundancyGroups 4 }

mrpDomainAdvancedGroup OBJECT-GROUP
    OBJECTS {
        mrpDomainVlanId
    }
    STATUS                current
    DESCRIPTION            "
                           Parameters which are optional to monitor and control
                           the status of MRP domains.
                           "

    ::= { mrpRedundancyGroups 5 }

-- *****
-- compliance specifications
-- *****
mrpRedundancyCompliances OBJECT IDENTIFIER ::= { mrpConformance 2 }

mrpDomainBasicCompliance MODULE-COMPLIANCE
    STATUS                current
    DESCRIPTION            "
                           Basic implementation requirements for MRP support.
                           The agent shall support the monitoring and control
                           of redundancy domains.
                           "

    MODULE
    MANDATORY-GROUPS {
        mrpDomainBasicGroup
    }

```

```

GROUP    mrpDomainAdvancedGroup
DESCRIPTION
    "
        For SNMP agents it is optional to support
        advanced monitoring and control of
        redundancy domains.
    "
::= { mrpRedundancyCompliances 1 }

mrpDomainManagerCompliance MODULE-COMPLIANCE
STATUS
    current
DESCRIPTION
    "
        Manager implementation requirements for MRP
        support. The agent shall support the monitoring
        and control of redundancy domains.
    "

MODULE
MANDATORY-GROUPS
    {
        mrpDomainBasicGroup,
        mrpDomainManagerGroup
    }

GROUP    mrpDomainBlockingCntrlGroup
DESCRIPTION
    "
        For SNMP agents it is optional to support blocking control.
    "

GROUP    mrpDomainDiagGroup
DESCRIPTION
    "
        For SNMP agents it is optional to support
        monitoring of the diagnostic status of MRP domains.
    "
::= { mrpRedundancyCompliances 2 }

END
-- *****
--      EOF
-- *****

```

Bibliography

IEC 61158-2:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition*

IEC 61158-5-10, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-10: Part 5-10: Application layer service definition – Type 10 elements*

IEC 61588, *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems* (IEEE 1588)

IEC 61784-1:2007, *Industrial communication networks – Profiles – Part 1: Fieldbus profiles*

IEC 61784-2:2007, *Industrial communication networks – Profiles – Part 2: Additional fieldbus profiles for real-time networks based on ISO/IEC 8802-3*

IEC 62439-3, *Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 3: Parallel Redundancy Protocol (PRP) and High-availability Seamless Redundancy (HSR)*

IEC 62439-4, *Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 4: Cross-network Redundancy Protocol (CRP)*

IEC 62439-5, *Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 5: Beacon Redundancy Protocol (BRP)*

IEC 62439-6, *Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 6: Distributed Redundancy Protocol (DRP)*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	77
INTRODUCTION.....	79
1 Domaine d'application	80
2 Références normatives.....	80
3 Termes, définitions, abréviations, acronymes et conventions	80
3.1 Termes et définitions	80
3.2 Abréviations et acronymes	81
3.3 Conventions	81
4 Présentation de MRP	81
5 Comportement de redondance du support MRP	82
5.1 Ports en anneau	82
5.2 Gestionnaire de redondance de support (MRM).....	83
5.3 Client de redondance de support (MRC).....	85
5.4 Domaine de redondance.....	85
5.5 Utilisation avec des diagnostics et des alarmes.....	85
5.6 Diagnostic de l'anneau	85
5.7 Plusieurs MRM dans un seul anneau.....	86
5.8 BLOCKED non pris en charge (option)	86
6 Spécification de classe MRP	87
6.1 Généralités.....	87
6.2 Modèle	87
6.3 Attributs	88
7 Spécification de service MRP	90
7.1 Start MRM	90
7.2 Stop MRM	91
7.3 State Change	92
7.4 Start MRC	93
7.5 Stop MRC.....	94
7.6 Read MRM.....	95
7.7 Read MRC.....	97
8 Spécification du protocole MRP	98
8.1 Description du PDU	98
8.1.1 Types de données de base.....	98
8.1.2 Référence de syntaxe abstraite du DLPDU	98
8.1.3 Codage du champ DLPDU SourceAddress	99
8.1.4 Codage du champ DLPDU DestinationAddress.....	99
8.1.5 Codage du champ TagControlInformation.....	100
8.1.6 Codage du champ LT	100
8.1.7 Syntaxe abstraite des APDU MRP	100
8.1.8 Codage du champ MRP_TLVHeader	101
8.1.9 Codage du champ MRP_Version	102
8.1.10 Codage du champ MRP_SequenceID	102
8.1.11 Codage du champ MRP_SA	102
8.1.12 Codage du champ MRP_Prio.....	102
8.1.13 Codage du champ MRP_PortRole	102
8.1.14 Codage du champ MRP_RingState.....	103

8.1.15	Codage du champ MRP_Interval	103
8.1.16	Codage du champ MRP_Transition.....	103
8.1.17	Codage du champ MRP_TimeStamp	103
8.1.18	Codage du champ MRP_Blocked.....	104
8.1.19	Codage du champ MRP_ManufacturerOUI	104
8.1.20	Codage du champ MRP_ManufacturerData	104
8.1.21	Codage du champ MRP_DomainUUID	104
8.2	Machines de protocole	104
8.2.1	Machine de protocole MRM	104
8.2.2	Machine de protocole MRC.....	114
8.2.3	Fonctions MRM et MRC.....	121
8.2.4	Temporisateur d'annulation de la base de données de filtrage.....	124
8.2.5	Temporisateur de changement de topologie	124
9	Installation, configuration et réparation de MRP	124
9.1	Paramètres du port en anneau	124
9.2	Paramètres de topologie en anneau	125
9.3	Paramètre MRM	125
9.4	Paramètres MRC et contraintes.....	125
9.5	Calcul du temps de reprise de l'anneau MRP	126
9.5.1	Présentation	126
9.5.2	Déduction de formule.....	126
9.5.3	Calcul du pire des cas pour un temps de reprise de 10 ms	128
9.5.4	Calcul du cas le moins favorable pour 50 dispositifs	129
10	Base d'informations de gestion MRP	129
10.1	Généralités.....	129
10.2	MIB MRP avec vue de surveillance.....	130
10.3	MIB MRP avec vue de gestion et de surveillance	137
	Bibliographie.....	146
	Figure 1 – Pile MRP.....	82
	Figure 2 – Topologie en anneau MRP avec un gestionnaire et des clients	83
	Figure 3 – Anneau ouvert MRP avec MRM.....	84
	Figure 4 – Anneau MRP avec plusieurs MRM	86
	Figure 5 – Machine de protocole MRP pour MRM	105
	Figure 6 – Machine de protocole MRP pour MRC.....	115
	Tableau 1 – Service Start MRM de MRP	90
	Tableau 2 – Service Stop MRM de MRP	92
	Tableau 3 – Service Change State de MRP	92
	Tableau 4 – Service Start MRC de MRP	93
	Tableau 5 – Service Stop MRC de MRP.....	94
	Tableau 6 – Service Read MRM de MRP	95
	Tableau 7 – Service Read MRC de MRP.....	97
	Tableau 8 – Syntaxe MRP DLPDU pour l'ISO/CEI 8802-3 (IEEE 802.3).....	99
	Tableau 9 – OUI MRP.....	99
	Tableau 10 – MRP MulticastMACAddress	100

Tableau 11 – MRP TagControlInformation.Priority field	100
Tableau 12 – Champ MRP LT	100
Tableau 13 – Syntaxe des APDU MRP	101
Tableau 14 – Substitutions MRP	101
Tableau 15 – MRP_TLVHeader.Type	101
Tableau 16 – MRP_Version	102
Tableau 17 – MRP_Prio	102
Tableau 18 – MRP_PortRole	102
Tableau 19 – MRP_RingState	103
Tableau 20 – MRP_Interval	103
Tableau 21 – MRP_Transition	103
Tableau 22 – MRP_TimeStamp	103
Tableau 23 – MRP_Blocked	104
Tableau 24 – MRP_DomainUUID	104
Tableau 25 – Variables locales MRP de la machine de protocole MRM	106
Tableau 26 – Diagramme d'états MRM	107
Tableau 27 – Variables locales MRP de la machine de protocole MRC	116
Tableau 28 – Diagramme d'états MRC	116
Tableau 29 – Fonctions MRP	122
Tableau 30 – Temporisateur d'annulation de base de données de filtrage MRP	124
Tableau 31 – Temporisateur de changement de topologie MRP	124
Tableau 32 – Paramètres de réseau/connexion MRP	125
Tableau 33 – Paramètres MRM de MRP	125
Tableau 34 – Paramètres MRC de MRP	126

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÉSEAUX INDUSTRIELS DE COMMUNICATION –
RÉSEAUX DE HAUTE DISPONIBILITÉ POUR L'AUTOMATION –****Partie 2: Protocole de redondance du support (MRP)**

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés. Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux. Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Il convient que tous les utilisateurs s'assurent d'être en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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.

La Norme internationale CEI 62439-2 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

La présente norme annule et remplace la CEI 62439 publiée en 2008. Cette première édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à la CEI 62439 (2008):

- ajout d'une méthode de calcul pour le protocole RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol, IEEE 802.1Q),
- ajout de deux nouveaux protocoles de redondance: HSR (High-availability Seamless Redundancy) et DRP (Distributed Redundancy Protocol),

- déplacement des Articles 1 à 4 (Introduction, Définitions, Aspects généraux) et des Annexes (Taxinomie, Calcul de disponibilité) dans la CEI 62439-1, qui servent à présent de base aux autres documents,
- déplacement de l'Article 5 (MRP) dans la CEI 62439-2 avec peu de modifications éditoriales,
- déplacement de l'Article 6 (PRP) dans la CEI 62439-3 avec peu de modifications éditoriales,
- déplacement de l'Article 7 (CRP) dans la CEI 62439-4 avec peu de modifications éditoriales, et
- déplacement de l'Article 8 (BRP) dans la CEI 62439-5 avec peu de modifications éditoriales,
- ajout d'une méthode de calcul du temps de reprise maximal du protocole RSTP dans une configuration restreinte (anneau) dans la CEI 62439-1 (Article 8),
- ajout de spécifications du protocole HSR (High-availability Seamless Redundancy), qui partage les principes du protocole PRP dans la CEI 62439-3 (Article 5), et
- introduction du protocole DRP (CEI 62439-6).

La présente version bilingue (2012-12) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2010-02.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 65C/583/FDIS et 65C/589/RVD.

Le rapport de vote 65C/589/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française n'a pas été soumise au vote. La présente Norme internationale doit être lue conjointement avec la CEI 62439-1:2010, *Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 1: General concepts and calculation methods*.

Une liste des séries CEI 62439 est disponible sous le titre général *Réseaux industriels de communication – Réseaux de haute disponibilité pour l'automation*, sur le site Web de la CEI.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

INTRODUCTION

La série CEI 62439 précise les principes pertinents relatifs aux réseaux haute disponibilité satisfaisant aux exigences des réseaux d'automatisation industriels.

A l'état exempt de défaillance du réseau, les protocoles de la série CEI 62439 assurent une communication de données fiable et conforme à l'ISO/CEI 8802-3 (IEEE 802.3) et préservent le caractère déterministe des communications 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 (telles qu'elles sont utilisées dans le monde professionnel), ce qui permet de continuer à utiliser le logiciel.

Le marché a besoin de plusieurs solutions réseau, présentant chacune des caractéristiques de performance et des capacités fonctionnelles différentes correspondant aux diverses exigences d'application. Ces solutions prennent en charge différents mécanismes et topologies de redondance présentés dans la CEI 62439-1 et spécifiés dans les autres parties de la série CEI 62439. La CEI 62439-1 distingue également les différentes solutions, en donnant des lignes directrices à l'utilisateur.

La série CEI 62439 se conforme à la structure et aux termes généraux de la série CEI 61158.

La Commission Électrotechnique Internationale (CEI) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité aux dispositions du présent document peut impliquer l'utilisation des droits de propriété intellectuelle relatifs au protocole en anneau donné à l'Article 5.

La CEI ne prend pas position quant à la preuve, la validité et la portée de ces droits de propriété.

Le détenteur de ce droit de propriété a assuré à la CEI qu'il est prêt à négocier des licences avec les demandeurs dans le monde entier, gratuitement ou dans des conditions raisonnables et non discriminatoires. A ce propos, la déclaration du détenteur des droits de propriété est enregistrée à la CEI. Des informations peuvent être obtenues auprès de:

Siemens AG A&D
Gleiwitzerstr. 555
Nürnberg 90475
Allemagne

et

Hirschmann Automation and Control GmbH
Stuttgarter Strasse 45-51
Neckartenzlingen 72654
Allemagne

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété autres que ceux identifiés ci-dessus. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

L'ISO (www.iso.org/patents) et la CEI (http://www.iec.ch/tctools/patent_decl.htm) gèrent des bases de données de brevets en ligne concernant leurs normes. Les utilisateurs sont invités à les consulter pour obtenir les dernières informations relatives aux brevets.

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

Partie 2: Protocole de redondance du support (MRP)

1 Domaine d'application

La série CEI 62439 concerne les réseaux d'automatisation à haute disponibilité reposant sur la technologie (Ethernet) ISO/CEI 8802-3 (IEEE 802.3).

La présente partie de la série CEI 62439 spécifie un protocole de récupération reposant sur une topologie en anneau, conçu pour réagir de manière déterministe sur une seule défaillance d'une maille inter-étage ou d'un commutateur du réseau, sous le contrôle d'un nœud du gestionnaire de redondance de support dédié.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 60050-191:1990, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 191: Sécurité de fonctionnement et la qualité de service*

IEC 61158-6-10, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-10: Application layer protocol specification – Type 10 elements (disponible en anglais uniquement)*

IEC 62439-1:2010, *Industrial communication networks – Profiles – Part 1: General concepts and calculation methods (disponible en anglais uniquement)*

ISO/CEI 8802-3:2000, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Prescriptions spécifiques – Partie 3: Accès multiples par surveillance du signal et détection de collision (CSMA/CD) et spécifications pour la couche physique*

IEEE 802.1Q, *IEEE standards for local and metropolitan area network. Virtual bridged local area networks*

IEEE 802.1D:2004, *IEEE standard for local Local and metropolitan area networks Media Access Control (MAC) Bridges*

3 Termes, définitions, abréviations, acronymes et conventions

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60050-191 ainsi que ceux de la CEI 62439-1 s'appliquent.

3.2 Abréviations et acronymes

Pour les besoins du présent document, les abréviations et acronymes donnés dans la CEI 62439-1 s'appliquent, ainsi que ceux indiqués ci-dessous.

MRC	Media Redundancy Client (Client de redondance de support)
MRM	Media Redundancy Manager (Gestionnaire de redondance de support)
MRP	Media Redundancy Protocol (Protocole de redondance de support)

3.3 Conventions

Le présent document suit les conventions définies dans la CEI 62439-1.

4 Présentation de MRP

Le protocole MRP spécifie un protocole de reprise reposant sur une topologie en anneau.

MRP est conçu pour réagir de manière déterministe sur une seule défaillance d'une maille inter-étage ou d'un commutateur du réseau.

MRP repose sur les fonctions de l'ISO/CEI 8802-3 (IEEE 802.3) et de l'IEEE 802.1D, y compris la base de données de filtrage (FDB - Filtering Data Base), et se trouve entre la couche de liaison de données et la couche d'application (voir Figure 1).

NOTE 1 L'organisation en couches est supposée conforme à la CEI 61158-1.

Un réseau conforme doit disposer d'une topologie en anneau à plusieurs nœuds.

L'un des nœuds fait office de gestionnaire de redondance de support (MRM). Le MRM doit observer et contrôler la topologie en anneau afin de réagir en cas de panne du réseau. Pour ce faire, il envoie des trames sur un port de l'anneau et les reçoit de l'anneau sur un autre port en anneau, et inversement.

Les autres nœuds de l'anneau jouent le rôle de client de redondance de support (MRC). Un MRC réagit en fonction des trames de reconfiguration reçues du MRM et peut détecter et signaler des changements de liaison sur ses ports en anneau.

Un nœud conforme doit pouvoir faire office de:

- gestionnaire de redondance de support (MRM),
- client de redondance de support (MRC), ou
- MRM et MRC (mais les deux rôles ne doivent pas être actifs en même temps).

Chaque nœud MRP conforme implique un élément de commutation avec deux ports en anneau connectés à l'anneau.

NOTE 2 Des ports en anneau supplémentaires peuvent être utilisés pour se connecter à un autre anneau.

Chaque nœud de l'anneau est en mesure de détecter la défaillance ou la reprise d'une maille inter-étage ou d'un nœud avoisinant (voir 5.1).

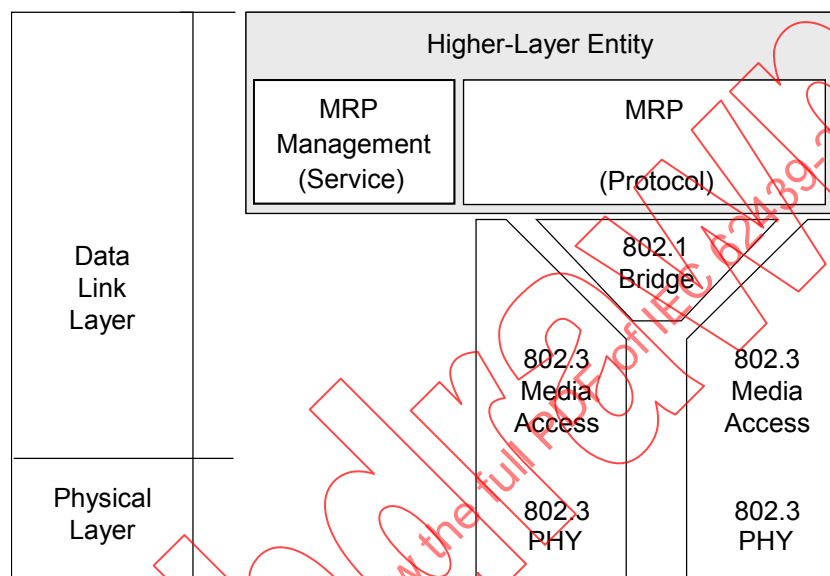
Le protocole MRP est composé d'une entité de service et d'une entité de protocole (voir le modèle en pile à la Figure 1).

L'entité de service spécifie, de manière abstraite, le service visible en externe fourni par la couche de liaison de données en termes:

- d'actions et d'événements primitifs du service,
- de paramètres associés à chaque action et événement primitif, et la forme qu'ils prennent, et
- d'interaction entre ces actions et événements et leurs séquences valides.

MRP définit les services fournis

- à la couche d'application à la frontière entre la couche d'application et la couche de liaison de données, et
- à la gestion MRP à la frontière entre la couche de liaison de données et la gestion MRP.



Légende

IEC 350/10

Anglais	Français
Higher-Layer Entity	Entité de couche supérieure
MRP Management (Service)	Gestion MRP (Service)
MRP (Protocol)	MRP (Protocole)
Data Link Layer	Couche de liaison de données
Physical Layer	Couche physique
Media Access	Accès au support
Bridge	Pont

Figure 1 – Pile MRP

5 Comportement de redondance du support MRP

5.1 Ports en anneau

Le MRM et le MRC doivent être dotés de deux ports en anneau.

Le MRM et le MRC doivent être en mesure de détecter la défaillance ou la reprise d'une liaison sur un port en anneau selon des mécanismes reposant sur l'ISO/CEI 8802-3 (IEEE 802.3).

Le MRM et le MRC ne doivent pas transférer les trames MRP_Test, MRP_TopologyChange et MRP_LinkChange vers des ports qui ne sont pas en anneau.

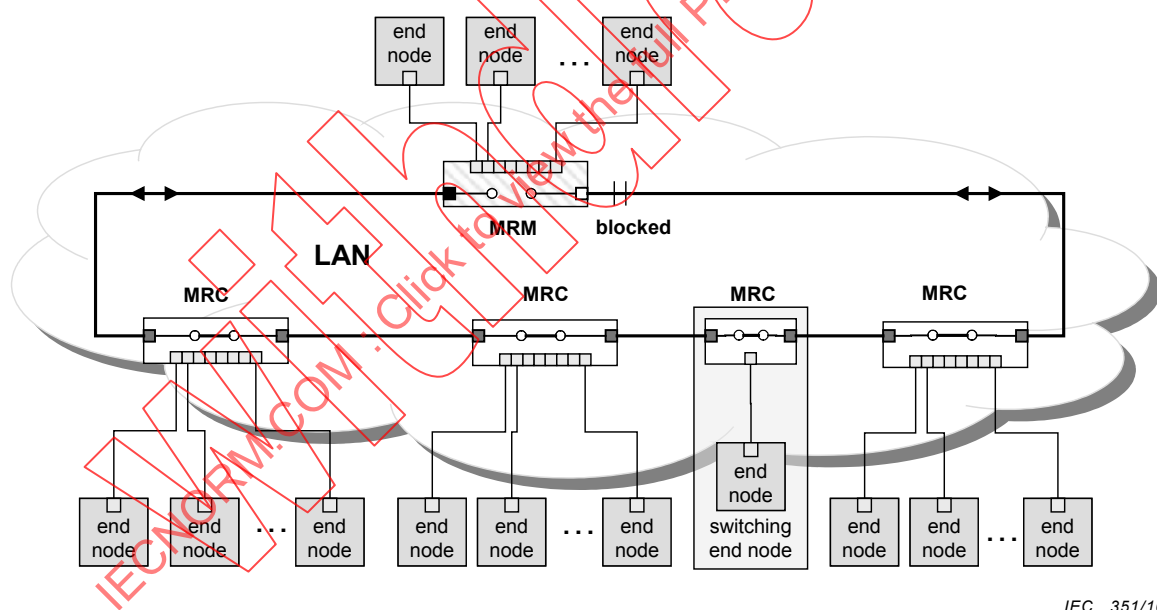
Un port en anneau doit être à l'un des états ci-dessous:

- **DISABLED:**
Toutes les trames doivent être abandonnées.
- **BLOCKED:**
Toutes les trames doivent être abandonnées, à l'exception des:
 - trames MRP_TopologyChange et MRP_Test.
 - des trames MRP_LinkChange provenant d'un MRC.
 - des trames spécifiées dans l'IEEE 802.1D (2004) Tableau 7-10 pour mettre les ports à l'état de rejet (LLDP, CEI 61588 (IEEE 1588) PTP, par exemple).
 - des trames uniquement générées ou utilisées par les entités de la couche supérieure de ce nœud et qui ne sont jamais transférées.
- **FORWARDING:**
Toutes les trames doivent être transférées conformément au comportement correspondant de l'IEEE 802.1D.

NOTE L'IEEE 802.1D fait référence à l'état du port correspondant à BLOCKED en tant que Discarding (Rejet).

5.2 Gestionnaire de redondance de support (MRM)

Le premier port en anneau du MRM doit être connecté à un port en anneau d'un MRC. L'autre port en anneau de ce MRC doit être connecté à un port en anneau de l'autre MRC ou au deuxième port en anneau du MRM, formant ainsi une topologie en anneau (voir Figure 2).



IEC 351/10

Légende

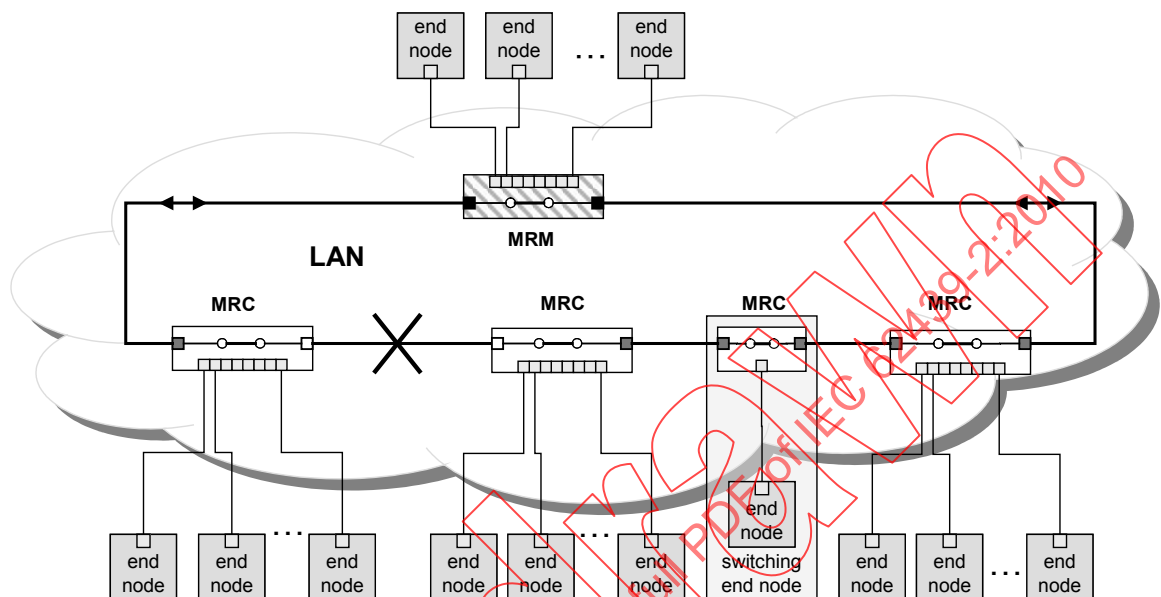
Anglais	Français
end node	nœud d'extrémité
blocked	bloqué
LAN	Réseau local
switching end node	nœud d'extrémité de commutation

Figure 2 – Topologie en anneau MRP avec un gestionnaire et des clients

Le MRM doit contrôler l'état de l'anneau en:

- envoyant des trames MRP_Test à intervalle configuré dans les deux directions de l'anneau;

- configurant un port en anneau à l'état FORWARDING et l'autre port en anneau à l'état BLOCKED s'il reçoit ses propres trames MRP_Test (cela signifie que l'anneau est fermé, voir la Figure 2);
- configurant les deux ports en anneau à l'état FORWARDING s'il ne reçoit pas ses propres trames MRP_Test dans un délai configuré conformément à MRP_TSTdefaultT, MRP_TSTshortT et MRP_TSTNRmax au Tableau 33 (cela signifie que l'anneau est ouvert, voir Figure 3).



IEC 352/10

Légende

Anglais	Français
end node	nœud d'extrémité
LAN	Réseau local
switching end node	nœud d'extrémité de commutation

Figure 3 – Anneau ouvert MRP avec MRM

Le mécanisme suivant prend en charge la synchronisation entre MRM et MRC dans les changements de topologie en anneau.

Le MRM doit indiquer les changements d'état de l'anneau aux MRC au moyen de trames MRP_TopologyChange.

Le MRM ne doit pas transférer de trames spécifiques au MRP (trames MRP_Test, MRP_TopologyChange, MRP_LinkChange) entre ses ports en anneau.

Si le MRM reçoit une trame MRP_LinkUp ou MRP_LinkDown, il doit réduire son temps de surveillance d'essai conformément au Tableau 33 afin d'accélérer la détection de l'anneau ouvert. Une fois détecté l'anneau ouvert, le MRM doit envoyer les trames MRP_TopologyChange par ses deux ports en anneau.

Le MRM doit éventuellement envoyer les trames MRP_TopologyChange par ses ports en anneau. Cette option est sélectionnée en configurant le paramètre REACT_ON_LINK_CHANGE (voir Tableau 26).

Le MRM doit envoyer aux MRC une trame MRP_TopologyChange avec le délai, au-delà duquel le changement de topologie en anneau est appliqué. Le paramètre qui achemine ce

délai est appelé `MRP_Interval`. A l'expiration de ce délai, tous les MRC doivent supprimer leur base de données de filtrage (FDB).

Chaque MRC doit envoyer le délai configuré dans le paramètre `MRP_Interval` au MRM dans les trames `MRP_LinkUp` et `MRP_LinkDown` pour l'informer du délai dans lequel le MRC va changer l'état de son port de `BLOCKED` à `FORWARDING` (trame `MRP_LinkUp`) ou `DISABLED` (trame `MRP_LinkDown`).

Les mesures doivent être incluses afin d'éviter que le MRM ne reste à l'état fermé en cas de défaillance du nœud.

5.3 Client de redondance de support (MRC)

Chaque MRC doit transférer les trames `MRP_Test` reçues sur un autre port en anneau à l'autre port en anneau, et inversement.

Si le MRC détecte une défaillance ou une reprise de la liaison d'un port en anneau, il peut éventuellement signaler le changement en envoyant des trames `MRP_LinkChange` par deux de ses ports en anneau. Chaque MRC doit transférer les trames `MRP_LinkChange` reçues sur un autre port en anneau à l'autre port en anneau, et inversement.

Chaque MRC doit transférer les trames `MRP_TopologyChange` reçues sur un autre port en anneau à l'autre port en anneau, et inversement. Chaque MRC doit traiter ces trames. Il doit annuler sa base de données de filtrage si une trame `MRP_TopologyChange` le demande dans un intervalle donné (voir Tableau 33, `MRP_TOPchgT`).

5.4 Domaine de redondance

Le domaine de redondance représente un anneau. Par défaut, tous les MRM et MRC appartiennent au domaine par défaut. Un ID de domaine unique peut être attribué sous la forme d'un attribut de clé, plus particulièrement si un MRM ou un MRC appartient à plusieurs anneaux. Un nœud doit attribuer exactement deux ports en anneau uniques par domaine de redondance.

NOTE 1 Un dispositif peut disposer de ports autres que les deux attribués au MRP. Ces autres ports ne sont pas influencés par le MRP.

NOTE 2 Il convient que les ports MRP se comportent comme si le protocole RSTP était désactivé.

5.5 Utilisation avec des diagnostics et des alarmes

Si la valeur `TRUE` a été affectée à l'attribut `Check Media Redundancy`, les événements de redondance du support doivent déclencher des événements de diagnostic et des notifications d'alarme.

5.6 Diagnostic de l'anneau

Dans un domaine de redondance, le traitement des événements de diagnostic suivants doit être mis en œuvre par chaque MRM.

- Si un dispositif est configuré en tant que MRM, mais qu'il ne peut pas jouer pas son rôle de gestionnaire, il doit signaler un événement de diagnostic `MANAGER_ROLE_FAIL` et suspendre le signalement de tous les autres événements de diagnostic de redondance du support qui ont eu lieu pendant qu'il ne pouvait remplir ce rôle.
- Si un dispositif joue le rôle de gestionnaire et détecte un autre MRM actif, il doit signaler l'événement `MULTIPLE_MANAGERS`. Cet événement peut se produire simultanément avec l'événement d'état `RING_OPEN` de l'anneau.
- Si un dispositif joue le rôle de gestionnaire et détecte un anneau ouvert, il doit signaler l'événement `RING_OPEN`.

Ces événements doivent être signalés à l'aide du service de changement d'état (voir 7.3).

NOTE La présence de trames MRP_Test permet de vérifier l'existence d'un MRM.

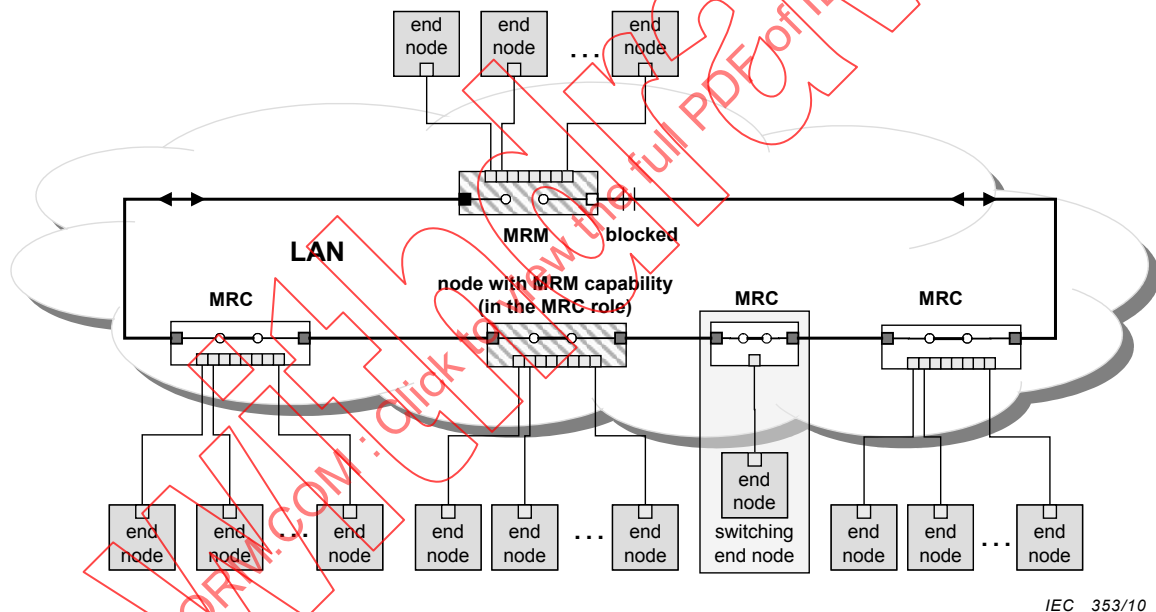
5.7 Plusieurs MRM dans un seul anneau

L'anneau ne doit comporter qu'un seul MRM actif, même si plusieurs nœuds offrent cette possibilité.

NOTE La présence de plusieurs MRM amène l'anneau à se diviser lui-même en plusieurs segments.

Eventuellement, si plusieurs nœuds ont la possibilité de devenir un MRM dans l'anneau, on peut utiliser un protocole étendu non spécifié dans la présente Norme internationale pour décider lequel d'entre eux doit devenir le MRM, les autres nœuds prenant le rôle de MRC (voir Figure 4). A cet égard, les nœuds ayant la possibilité de jouer le rôle de MRM font l'objet de priorités différentes qui doivent être acheminées dans la zone MRP_Prio de la trame MRP_Test.

Si un protocole facultatif destiné à plusieurs MRM d'un seul anneau est utilisé, tous les MRM de cet anneau doivent prendre en charge le même protocole. Le fournisseur doit vérifier les protocoles pris en charge.



IEC 353/10

Légende

Anglais	Français
blocked	bloqué
end node	nœud d'extrémité
node with MRM capacity (in the MRC role)	nœud offrant une fonction MRM (dans le rôle MRC)
LAN	Réseau local
switching end node	nœud d'extrémité de commutation

Figure 4 – Anneau MRP avec plusieurs MRM

5.8 BLOCKED non pris en charge (option)

Si un MRC n'est pas capable de prendre en charge l'état de port BLOCKED au niveau de ses ports en anneau, il doit le signaler dans le paramètre correspondant des trames MRP_LinkChange.

Si un MRC ne prend pas en charge l'état BLOCKED dans un anneau, un MRM doit prendre en charge des fonctionnalités supplémentaires (voir Tableau 26, MRP_BLOCKED_SUPPORTED).

6 Spécification de classe MRP

6.1 Généralités

Le MRP Application Service Element (ASE) définit un type d'objet.

6.2 Modèle

Un objet MRP est décrit par le modèle suivant:

ASE:	ASE de redondance de support
CLASSE:	Redondance de support
ID DE CLASSE:	pas utilisé
CLASSE PARENTE:	IEEE 802.3, IEEE 802.1D
ATTRIBUTS:	
1.	(m) Attribut de clé: Domain ID
2.	(m) Attribut: Domain Name
3.	(m) Attribut: Ring Port 1 ID
4.	(m) Attribut: Ring Port 2 ID
5.	(o) Attribut: VLAN ID
6.	(m) Attribut: Expected Role (MANAGER, CLIENT)
7.	(c) Contrainte: Expected Role = MANAGER
7.1	(m) Attribut: Manager Priority
7.2	(m) Attribut: Topology Change Interval
7.3	(m) Attribut: Topology Change Repeat Count
7.4	(m) Attribut: Short Test Interval
7.5	(m) Attribut: Default Test Interval
7.6	(m) Attribut: Test Monitoring Count
7.7	(m) Attribut: Non-blocking MRC supported (TRUE, FALSE)
7.8	(c) Contrainte: Non-blocking MRC supported = TRUE
7.8.1	(m) Attribut: Test Monitoring Extended Count
7.9	(o) Attribut: React On Link Change (TRUE, FALSE)
7.10	(m) Attribut: Check Media Redundancy (TRUE, FALSE)
7.10.1	(c) Contrainte: Check Media Redundancy = TRUE
7.10.1.1	(m) Attribut: Real Role State
7.10.1.2	(m) Attribut: Real Ring State
7.10.1.3	(o) Attribut: Ring Port 1 Port State
7.10.1.4	(o) Attribut: Ring Port 2 Port State
8.	(c) Contrainte: Expected Role = CLIENT
8.1	(m) Attribut: Link Down Interval
8.2	(m) Attribut: Link Up Interval
8.3	(m) Attribut: Link Change Count
8.4	(o) Attribut: Ring Port 1 Port State
8.5	(o) Attribut: Ring Port 2 Port State
8.6	(m) Attribut: BLOCKED state supported (TRUE, FALSE)
SERVICES:	
1	(m) OpsService: Start MRM
2	(m) OpsService: Stop MRM
3	(o) OpsService: State Change
4	(m) OpsService: Start MRC
5	(m) OpsService: Stop MRC
6	(o) OpsService: Read MRM
7	(o) OpsService: Read MRC

6.3 Attributs

Domain ID

Cet attribut de clé définit le domaine de redondance représentant l'anneau auquel appartient l'objet MRP. Il prend l'ID de domaine par défaut ou est spécifié en tant qu'ID unique par l'ingénierie.

Type d'attribut: UUID

Domain Name

Cet attribut définit le domaine de redondance représentant l'anneau auquel appartient l'objet de redondance du support. Il prend le nom de domaine par défaut ou est spécifié en tant qu'ID unique par l'ingénierie.

Type d'attribut: VisibleString[240]

Ring Port 1 ID

Cet attribut spécifie un port d'un commutateur affecté en tant que port en anneau 1 dans le domaine de redondance référencé par la valeur de l'attribut Domain ID.

Type d'attribut: Unsigned16

Ring Port 2 ID

Cet attribut spécifie un autre port d'un commutateur différent de Ring Port 1 ID affecté en tant que port en anneau 2 dans le domaine de redondance référencé par la valeur de l'attribut Domain ID.

Type d'attribut: Unsigned16

VLAN ID

L'objet MRP peut utiliser cet attribut facultatif, qui spécifie son identifiant VLAN dans le domaine de redondance.

Type d'attribut: Unsigned16

Expected Role

Cet attribut spécifie le rôle de l'objet MRP dans le domaine de redondance.

Type d'attribut: Unsigned16

Valeurs autorisées: MANAGER, CLIENT

Manager Priority

Cet attribut doit contenir la priorité du MRM. Une valeur inférieure indique une priorité élevée (de 0x0000 (priorité la plus haute) à 0xF000 (priorité la plus basse) par incréments de 0x1000).

Type d'attribut: Unsigned16

Topology Change Interval

Cet attribut spécifie l'intervalle d'envoi des trames MRP_TopologyChange.

Type d'attribut: Unsigned16

Topology Change Repeat Count

Cet attribut spécifie le nombre d'intervalles contrôlant les transmissions répétées des trames MRP_TopologyChange.

Type d'attribut: Unsigned16

Short Test Interval

Cet attribut spécifie le court intervalle d'envoi des trames MRP_Test sur les ports en anneau suite à des changements de liaison dans l'anneau.

Type d'attribut: Unsigned16

Default Test Interval

Cet attribut spécifie l'intervalle par défaut pour l'envoi de trames MRP_Test sur les ports en anneau.

Type d'attribut: Unsigned16

Test Monitoring Count

Cet attribut spécifie le nombre d'intervalles pour la surveillance de la réception des trames MRP_Test.

Type d'attribut: Unsigned16

Non-blocking MRC supported

Cet attribut spécifie l'aptitude de MRM à prendre en charge les MRC sans support d'état du port BLOCKED dans l'anneau.

Type d'attribut: Booléen

Test Monitoring Extended Count

Cet attribut spécifie le nombre d'intervalles étendus pour la surveillance de la réception des trames MRP_Test.

Type d'attribut: Unsigned16

React On Link Change

Cet attribut facultatif indique si MRM réagit aux trames MRP_LinkChange.

Type d'attribut: Booléen

Check Media Redundancy

Cet attribut indique si la surveillance de l'état MRM est activée (TRUE) ou désactivée (FALSE) dans le domaine de redondance.

Type d'attribut: Booléen

Real Role State

Cet attribut spécifie le rôle actuel de l'objet MRP dans le domaine de redondance.

Type d'attribut: Unsigned16

Valeurs autorisées: MANAGER, CLIENT, UNDEFINED

Real Ring State

Cet attribut spécifie le rôle actuel de l'anneau de l'objet MRP dans le domaine de redondance. L'une des valeurs suivantes doit être attribuée à l'état de l'anneau:

OPEN: l'anneau est ouvert à cause d'une liaison ou d'une défaillance MRC dans l'anneau.

CLOSED: l'anneau est fermé (fonctionnement normal, pas d'erreur).

UNDEFINED: Doit être défini si l'attribut Real Role State contient la valeur CLIENT (c'est-à-dire que l'objet MRP a été reconfiguré en fonction du rôle du client).

Type d'attribut: Unsigned16

Valeurs autorisées: OPEN, CLOSED, UNDEFINED

Ring Port 1 Port State

Cet attribut facultatif spécifie l'état actuel du port en anneau 1. L'état du port en anneau 1 doit être spécifié en fonction des états du port en anneau indiqués en 5.1.

Type d'attribut: Unsigned16

Valeurs autorisées: DISABLED, BLOCKED, FORWARDING

Ring Port 2 Port State

Cet attribut facultatif spécifie l'état actuel du port en anneau 2. L'état du port en anneau 2 doit être spécifié en fonction des états du port en anneau indiqués en 5.1.

Type d'attribut: Unsigned16

Valeurs autorisées: DISABLED, BLOCKED, FORWARDING

Link Down Interval

Cet attribut spécifie l'intervalle pour l'envoi de trames MRP_LinkDown sur les ports en anneau.

Type d'attribut: Unsigned16

Link Up Interval

Cet attribut spécifie l'intervalle pour l'envoi de trames MRP_LinkUp sur les ports en anneau.

Type d'attribut: Unsigned16

Link Change Count

Cet attribut spécifie le nombre de trames MRP_LinkChange contrôlant la transmission répétée des trames MRP_LinkChange.

Type d'attribut: Unsigned16

BLOCKED state supported

Cet attribut indique si MRC prend en charge l'état BLOCKED sur ses ports en anneau.

Type d'attribut: Booléen

7 Spécification de service MRP

7.1 Start MRM

Le service Start MRM permet de créer une instance locale de la machine de protocole MRM.

Le Tableau 1 présente les paramètres du service.

Tableau 1 – Service Start MRM de MRP

Nom du paramètre	Req	Cnf
Argument	M	
Domain ID	M	
Ring Port 1 ID	M	
Ring Port 2 ID	M	
VLAN ID	U	
Manager Priority	U	
Topology Change Interval	U	
Topology Change Repeat Count	U	
Short Test Interval	U	
Default Test Interval	U	
Test Monitoring Count	U	
Non-blocking MRC supported	U	
Test Monitoring Extended Count	U	
React On Link Change	U	
Check Media Redundancy	U	
Result(+)		S
Domain ID		M
Result(-)		S
Domain ID		M
Error Code		M

Argument

L'argument doit contenir les paramètres spécifiques au service de la demande de service.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Ring Port 1 ID

Ce paramètre contient l'ID du premier port en anneau.

Ring Port 2 ID

Ce paramètre contient l'ID du deuxième port en anneau.

VLAN ID

Ce paramètre facultatif contient la valeur de l'identifiant VLAN.

Manager Priority

Ce paramètre contient la valeur de priorité du gestionnaire.

Topology Change Interval

Ce paramètre contient la valeur de l'intervalle d'envoi de trames MRP_TopologyChange.

Topology Change Repeat Count

Ce paramètre contient la valeur du nombre d'intervalles contrôlant les transmissions répétées des trames MRP_TopologyChange.

Short Test Interval

Ce paramètre contient la valeur du court intervalle d'envoi des trames MRP_Test sur les ports en anneau suite à des changements de liaison dans l'anneau.

Default Test Interval

Ce paramètre contient la valeur de l'intervalle par défaut pour l'envoi de trames MRP_Test sur les ports en anneau.

Test Monitoring Count

Ce paramètre contient la valeur du nombre d'intervalles pour la surveillance de la réception des trames MRP_Test.

Non-blocking MRC supported

Ce paramètre spécifie l'aptitude de MRM à prendre en charge les MRC sans support d'état du port BLOCKED dans l'anneau.

Test Monitoring Extended Count

Ce paramètre facultatif contient la valeur du nombre d'intervalles étendus pour la surveillance de la réception des trames MRP_Test.

React On Link Change

Ce paramètre facultatif indique si MRM réagit aux trames MRP_LinkChange ou non.

Check Media Redundancy

Ce paramètre permet de sélectionner l'activation ou la désactivation de la surveillance de l'état MRM.

Result(+)

Ce paramètre indique que la demande de service a abouti.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Result(-)

Ce paramètre indique que la demande de service n'a pas abouti.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Error Code

Le paramètre Result contient le code de l'erreur spécifique.

Type: Unsigned16

Valeurs autorisées: DOMAIN_ID_MISMATCH, ROLE_NOT_SUPPORTED, INVALID_RINGPORT

7.2 Stop MRM

Ce service doit être utilisé pour arrêter la machine de protocole MRM. Les états du port en anneau et la fonction de commutation demeurent.

Le Tableau 2 présente les paramètres du service.

Tableau 2 – Service Stop MRM de MRP

Nom du paramètre	Req	Cnf
Argument	M	
Domain ID	M	
Result(+)		S
Domain ID		M
Result(-)		S
Domain ID		M
Error Code		M
NOTE Pour connaître la signification de Req, Cnf, M et S, voir ISO/CEI 10164-1.		

Argument

L'argument doit contenir les paramètres spécifiques au service de la demande de service.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Result(+)

Ce paramètre indique que la demande de service a abouti.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Result(-)

Ce paramètre indique que la demande de service n'a pas abouti.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Error Code

Le paramètre Result contient le code de l'erreur spécifique.

Type: Unsigned16

Valeurs autorisées: DOMAIN_ID_MISMATCH

7.3 State Change

Ce service doit être utilisé pour indiquer un changement d'état du domaine MRP.

Le Tableau 3 présente les paramètres du service.

Tableau 3 – Service Change State de MRP

Nom du paramètre	Ind
Argument	M
Domain ID	M
Error Type List	M
NOTE Pour connaître la signification de Ind et M, voir ISO/CEI 10164-1.	

Argument

L'argument doit contenir les paramètres spécifiques au service de la demande de service.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Error Type List

Cet attribut est composé des éléments suivants:

Error Type

Cet attribut permet d'identifier une erreur de redondance du support.

Type d'attribut: Unsigned16

Valeurs autorisées: MANAGER_ROLE_FAIL, RING_OPEN, MULTIPLE_MANAGERS

Appear

Cet attribut permet d'identifier si l'erreur apparaît ou disparaît.

Type d'attribut: Booléen

Valeurs autorisées: TRUE, FALSE

7.4 Start MRC

Le service Start MRC permet de créer une instance de la machine de protocole MRC.

Le Tableau 4 présente les paramètres du service.

Tableau 4 – Service Start MRC de MRP

Nom du paramètre	Req	Cnf
Argument	M	
Domain ID	M	
Ring Port 1 ID	M	
Ring Port 2 ID	M	
VLAN ID	U	
Link Down Interval	U	
Link Up Interval	U	
Link Change Count	U	
BLOCKED state supported	U	
Result(+)		S
Domain ID		M
Result(-)		S
Domain ID		M
Error Code		M
NOTE Pour connaître la signification de Req, Cnf, S, M et U, voir ISO/CEI 10164-1.		

Argument

L'argument doit contenir les paramètres spécifiques au service de la demande de service.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Ring Port 1 ID

Ce paramètre contient l'ID du premier port en anneau.

Ring Port 2 ID

Ce paramètre contient l'ID du deuxième port en anneau.

VLAN ID

Ce paramètre facultatif contient la valeur de l'identifiant VLAN.

Link Down Interval

Ce paramètre contient la valeur de l'intervalle pour l'envoi de trames MRP_LinkDown sur les ports en anneau.

Link Up Interval

Ce paramètre contient la valeur de l'intervalle pour l'envoi de trames MRP_LinkUp sur les ports en anneau.

Link Change Count

Ce paramètre contient la valeur du nombre de trames MRP_LinkChange contrôlant les transmissions répétées de la trame MRP_LinkUp ou MRP_LinkDown.

BLOCKED state supported

Ce paramètre indique si MRC prend en charge l'état BLOCKED sur ses ports en anneau.

Result(+)

Ce paramètre indique que la demande de service a abouti.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Result(-)

Ce paramètre indique que la demande de service n'a pas abouti.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Error Code

Le paramètre Result contient le code de l'erreur spécifique.

Type: Unsigned16

Valeurs autorisées: DOMAIN_ID_MISMATCH, ROLE_NOT_SUPPORTED, INVALID_RINGPORT

7.5 Stop MRC

Ce service doit être utilisé pour arrêter la machine de protocole MRC. Les états du port en anneau et la fonction de commutation demeurent. Le Tableau 5 présente les paramètres du service.

Tableau 5 – Service Stop MRC de MRP

Nom du paramètre	Req	Cnf
Argument	M	
Domain ID	M	
Result(+)		S
Domain ID		M
Result(-)		S
Domain ID		M
Error Code		M
NOTE Pour connaître la signification de Req, Cnf, S et M, voir ISO/CEI 10164-1.		

Argument

L'argument doit contenir les paramètres spécifiques au service de la demande de service.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Result(+)

Ce paramètre indique que la demande de service a abouti.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Result(-)

Ce paramètre indique que la demande de service n'a pas abouti.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Error Code

Le paramètre Result contient le code de l'erreur spécifique.

Type: Unsigned16

Valeurs autorisées: DOMAIN_ID_MISMATCH

7.6 Read MRM

Le service facultatif Read MRM permet de lire l'état actuel de la machine de protocole MRM.

Le Tableau 6 présente les paramètres du service.

Tableau 6 – Service Read MRM de MRP

Nom du paramètre	Req	Rsp
Argument	M	
Domain ID	M	
Result(+)		S
Domain ID		M
Ring Port 1 ID		M
Ring Port 2 ID		M
VLAN ID		U
Manager Priority		M
CheckMediaRedundancy		M
Real Role State		M
Real Ring State		M
Ring Port 1 Port State		U
Ring Port 2 Port State		U
Topology Change Interval		U
Topology Change Repeat Count		U
Short Test Interval		U
Default Test Interval		U
Test Monitoring Count		U
Non-blocking MRC supported		U
Test Monitoring Extended Count		U
React On Link Change		U
Result(-)		S
Domain ID		M
Error Code		M
NOTE Pour connaître la signification de Req, Rsp, Cnf, M, U et S, voir ISO/CEI 10164-1.		

Argument

L'argument doit contenir les paramètres spécifiques au service de la demande de service.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Result(+)

Ce paramètre indique que la demande de service a abouti.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Ring Port 1 ID

Ce paramètre contient l'ID du premier port en anneau.

Ring Port 2 ID

Ce paramètre contient l'ID du deuxième port en anneau.

VLAN ID

Ce paramètre facultatif contient la valeur de l'identifiant VLAN.

Manager Priority

Ce paramètre contient la valeur de priorité du gestionnaire.

Check Media Redundancy

Ce paramètre indique si la surveillance de MRM est activée ou désactivée

Topology Change Interval

Ce paramètre contient la valeur de l'intervalle d'envoi de trames MRP_TopologyChange.

Topology Change Repeat Count

Ce paramètre contient la valeur du nombre d'intervalles contrôlant la transmission répétée des trames MRP_TopologyChange.

Short Test Interval

Ce paramètre contient la valeur du court intervalle d'envoi des trames MRP_Test sur les ports en anneau suite à des changements de liaison dans l'anneau.

Default Test Interval

Ce paramètre contient la valeur de l'intervalle par défaut pour l'envoi de trames MRP_Test sur les ports en anneau.

Test Monitoring Count

Ce paramètre contient la valeur du nombre d'intervalles pour la surveillance de la réception des trames MRP_Test.

Non-blocking MRC supported

Ce paramètre précise l'aptitude de MRM à prendre en charge MRC sans support d'état du port BLOCKED dans l'anneau.

Test Monitoring Extended Count

Ce paramètre facultatif contient la valeur du nombre d'intervalles étendus pour la surveillance de la réception des trames MRP_Test.

Real Role State

Cet attribut contient le rôle actuel de l'objet MRP dans le domaine de redondance.

Real Ring State

Cet attribut contient le rôle actuel de l'anneau de l'objet MRP dans le domaine de redondance.

Ring Port 1 Port State

Cet attribut facultatif contient l'état actuel du port en anneau 1.

Ring Port 2 Port State

Cet attribut facultatif contient l'état actuel du port en anneau 2.

React On Link Change

Ce paramètre facultatif indique si MRM réagit aux trames MRP_LinkChange ou non.

Result(-)

Ce paramètre indique que la demande de service n'a pas abouti.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Error Code

Le paramètre Result contient le code de l'erreur spécifique.

Type: Unsigned16

Valeurs autorisées: DOMAIN_ID_MISMATCH, MANAGER_READ_FAIL

7.7 Read MRC

Le service facultatif Read MRC permet de lire l'état actuel de la machine de protocole MRC.

Le Tableau 7 présente les paramètres du service.

Tableau 7 – Service Read MRC de MRP

Nom du paramètre	Req	Rsp
Argument	M	
Domain ID	M	
Result(+)		S
Domain ID		M
Ring Port 1 ID		M
Ring Port 2 ID		M
VLAN ID		U
Ring Port 1 Port State		U
Ring Port 2 Port State		U
Link Down Interval		U
Link Up Interval		U
Link Change Count		U
BLOCKED state supported		U
Result(-)		S
Domain ID		M
Error Code		M
NOTE Pour connaître la signification de Req, Rsp, Cnf, M, U et S, voir ISO/CEI 10164-1.		

Argument

L'argument doit contenir les paramètres spécifiques au service de la demande de service.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Result(+)

Ce paramètre indique que la demande de service a abouti.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Ring Port 1 ID

Ce paramètre contient l'ID du premier port en anneau.

Ring Port 2 ID

Ce paramètre contient l'ID du deuxième port en anneau.

VLAN ID

Ce paramètre facultatif contient la valeur de l'identifiant VLAN.

Link Down Interval

Ce paramètre contient la valeur de l'intervalle pour l'envoi de trames MRP_LinkDown sur les ports en anneau.

Link Up Interval

Ce paramètre contient la valeur de l'intervalle pour l'envoi de trames MRP_LinkUp sur les ports en anneau.

Link Change Count

Ce paramètre contient la valeur du nombre de trames MRP_LinkChange contrôlant la transmission répétée de la trame MRP_LinkUp ou MRP_LinkDown.

Ring Port 1 Port State

Cet attribut facultatif contient l'état actuel du port en anneau 1.

Ring Port 2 Port State

Cet attribut facultatif contient l'état actuel du port en anneau 2.

BLOCKED state supported

Ce paramètre indique si MRC prend en charge l'état BLOCKED sur ses ports en anneau.

Result(-)

Ce paramètre indique que la demande de service n'a pas abouti.

Domain ID

Il s'agit de l'attribut de clé permettant d'identifier l'instance de la machine de protocole.

Error Code

Le paramètre Result contient le code de l'erreur spécifique.

Type: Unsigned16

Valeurs autorisées: DOMAIN_ID_MISMATCH, CLIENT_READ_FAIL

8 Spécification du protocole MRP

8.1 Description du PDU

8.1.1 Types de données de base

Les conventions de la présente spécification sont conformes à la CEI 61158-6-10, 3.6. La notation et le codage des types de données de base sont conformes à la CEI 61158-6-10, 4.1.2 et à la CEI 61158-6-10, 4.2.

8.1.2 Référence de syntaxe abstraite du DLPDU

La syntaxe de transfert et le codage de la spécification de protocole MRP sont conformes à la CEI 61158-6-10, 4.2.

Le codage et le décodage des champs du Tableau 8 doivent être conformes à l'ISO/CEI 8802-3 (IEEE 802.3) pour le DLPDU.

Tableau 8 – Syntaxe MRP DLPDU pour l'ISO/CEI 8802-3 (IEEE 802.3)

Nom DLPDU	Structure DLPDU
DLPDU	Préambule ^a , StartFrameDelimiter, DestinationAddress, SourceAddress, DLSDU ^b , DLPDU_Padding ^c , FrameCheckSequence
DLSDU	[VLAN] ^d , LT, MRP-PDU
VLAN	LT(=0x8100), TagControllInformation
NOTE 1 Conformément à l'ISO/CEI 8802-3 (IEEE 802.3), la longueur minimale des DLPDU est de 64 octets (hors préambule et délimiteur de début de trame). NOTE 2 La longueur minimale des trames ISO/CEI 8802-3 (IEEE 802.3) dotées de la balise VLAN est désormais de 68 octets, afin d'assurer une taille de trame de 64 octets après la suppression de la balise VLAN par un pont.	
^a Le champ contient au moins 7 octets ^b La taille DLSDU minimale est de 2 octets. ^c Le nombre d'octets de bourrage doit être compris entre 0 et 46, selon la taille du DLSDU. La valeur doit être nulle. ^d Le champ VLAN peut être ignoré en cas de transport optimisé. Le champ VLAN peut être défini par le codeur, mais peut être ignoré par les ponts intermédiaires. Le décodeur doit accepter les DLPDU avec ou sans champ VLAN.	

8.1.3 Codage du champ DLPDU SourceAddress

Ce champ doit être codé en tant que type de données octetString[6]. La valeur du champ SourceAddress doit être conforme à l'adresse MAC IEEE 802 (voir IEEE 8021D:2004, Article 7). L'adresse MAC du port est utilisée pour MRP DLPDU. L'adresse MAC de l'interface doit être différente de l'adresse MAC du port.

8.1.4 Codage du champ DLPDU DestinationAddress

Ce champ doit être codé en tant que type de données octetString[6].

L'OUI (Organizationally Unique Identifier) de l'IEEE correspondant au MRP est 00-15-4E. Il doit être défini conformément au Tableau 9.

Tableau 9 – OUI MRP

Valeur de l'OUI (hexadécimale)	Signification
00-15-4E	Adresse individuelle administrée globale
01-15-4E	Adresse (multidiffusion) de groupe administrée globale
02-15-4E	Adresse individuelle administrée locale
03-15-4E	Adresse (multidiffusion) de groupe administrée locale

Pour les MRP-PDU, la valeur de l'adresse de destination doit être définie conformément au Tableau 10.

Tableau 10 – MRP MulticastMACAddress

Valeur OUI (Multidiffusion) (hexadécimale)	Valeur ExtensionIdentifiant (hexadécimale)	Signification
01-15-4E	00-00-00	Réservée
01-15-4E	00-00-01	MC_Test, utilisée pour les trames MRP_Test
01-15-4E	00-00-02	MC_CONTROL, utilisée pour les trames MRP_LinkChange et MRP_TopologyChange
01-15-4E	00-00-03 à FF-FF-FF	Réservée

NOTE L'octet 1 contient le bit d'adresse individuelle/de groupe (bit le moins significatif).

8.1.5 Codage du champ TagControlInformation

Ce champ doit être codé conformément à l'IEEE 802.1Q en tant que type de données Unsigned16. Les bits individuels doivent avoir la signification ci-dessous:

Bit 0 à 11: TagControlInformation.VLAN_Identifier

Ces bits doivent être codés conformément à l'IEEE 802.1Q.

NOTE 1 VLAN_Identifier 0 signifie qu'aucun VLAN n'est utilisé.

Bit 12: TagControlInformation.CanonicalFormatIdentifier

Ces bits doivent être codés conformément à l'IEEE 802.1Q.

NOTE 2 CFI est une constante 0.

Bit 13 à 15: TagControlInformation.Priority

Ces bits doivent être codés conformément à l'IEEE 802.1Q.

Pour MRP, l'utilisation du champ VLAN est facultative. En sa présence, la valeur de TagControlInformation Priority doit être attribuée conformément au Tableau 11.

Tableau 11 – MRP TagControlInformation.Priority field

Valeur (hexadécimale)	Signification
0x07	MRP-PDU

8.1.6 Codage du champ LT

Ce champ doit être codé en tant que type de données Unsigned16 avec des valeurs conformes à l'ISO/CEI 8802-3 (IEEE 802.3). Pour MRP, la valeur doit être définie conformément au Tableau 12.

Tableau 12 – Champ MRP LT

Valeur (hexadécimale)	Signification
0x88E3	MRP-PDU

8.1.7 Syntaxe abstraite des APDU MRP

Le Tableau 13 définit la syntaxe abstraite des MRP-PDU appelés APDU. L'ordre défini des octets doit être utilisé pour acheminer les APDU.

Tableau 13 – Syntaxe des APDU MRP

Nom de l'APDU	Structure de l'APDU
MRP-PDU	MRP_Version, MRP_Type, MRP_Common, [MRP_Option], MRP_End, [Padding*] ^a

^a Si la trame est contenue dans moins de 64 octets, elle doit être étendue à 64 octets par bourrage, conformément à l'ISO/CEI 8802-3 (IEEE 802.3).

Le Tableau 14 définit les structures de substitution des éléments de la structure de l'APDU présentés au Tableau 13.

Tableau 14 – Substitutions MRP

Nom de substitution	Structure
MRP_Type	MRP_Test ^ MRP_LinkChange ^ MRP_TopologyChange ^ MRP_Option
MRP_Common	MRP_TLVHeader, MRP_SequenceID, MRP_DomainUUID
MRP_Option	MRP_TLVHeader, MRP_ManufacturerOUI, MRP_ManufacturerData, [Bourrage*] ^a
MRP_End	MRP_TLVHeader (=0x0000)
MRP_Test	MRP_TLVHeader, MRP_Prio, MRP_SA, MRP_PortRole, MRP_RingState, MRP_Transition, MRP_TimeStamp, [Bourrage*] ^a
MRP_TopologyChange	MRP_TLVHeader, MRP_Prio, MRP_SA, MRP_Interval, [Bourrage*] ^a
MRP_LinkChange	MRP_LinkUp ^ MRP_LinkDown
MRP_LinkDown	MRP_TLVHeader, MRP_SA, MRP_PortRole, MRP_Interval, MRP_Blocked, [Bourrage*] ^a
MRP_LinkUp	MRP_TLVHeader, MRP_SA, MRP_PortRole, MRP_Interval, MRP_Blocked, [Bourrage*] ^a

^a L'alignement 32 bits doit être assuré.

8.1.8 Codage du champ MRP_TLVHeader

Le codage de ce champ doit être conforme à la CEI 61158-6-10, 3.7.3.4, et la signification des bits individuels doit être la suivante:

Bit 0 à 7: MRP_TLVHeader.Length

La valeur contient le nombre d'octets consécutifs du bloc correspondant.

Bit 8 à 15: MRP_TLVHeader.Type

Ce champ doit être codé avec les valeurs conformes au Tableau 15.

Tableau 15 – MRP_TLVHeader.Type

Valeur (hexadécimale)	Signification	Utilisation
0x00	MRP_End (MRP_TLVHeader.Length doit être nul)	Obligatoire
0x01	MRP_Common	Obligatoire
0x02	MRP_Test	Obligatoire
0x03	MRP_TopologyChange	Obligatoire
0x04	MRP_LinkDown	Obligatoire
0x05	MRP_LinkUp	Obligatoire
0x06 à 0x7E	Réservée	—
0x7F	MRP_Option (spécifique à l'organisation)	Facultatif
0x80-0xFF	Réservée	—

8.1.9 Codage du champ MRP_Version

Ce champ doit être codé en tant que type de données Unsigned16 avec les valeurs conformes au Tableau 16.

Tableau 16 – MRP_Version

Valeur (décimale)	Signification
0	Réservée
1	Version initiale de MRP
2 ... 65 535	Réservée

8.1.10 Codage du champ MRP_SequenceID

Ce champ doit être codé en tant que type de données Unsigned16. Il permet d'identifier la duplication de trames MRP dans l'anneau. Il est compris entre 0 et 65 535. Le processus d'application demandeur doit fournir un numéro de séquence unique à chaque demande de service en attente.

8.1.11 Codage du champ MRP_SA

Ce champ doit être codé en tant que type de données octetString[6]. La valeur du champ MRP_SA doit être conforme à l'adresse MAC IEEE 802 et doit contenir l'adresse MAC de l'hôte de commutation émetteur (adresse MAC de l'interface).

8.1.12 Codage du champ MRP_Prio

Ce champ doit être codé en tant que type de données Unsigned16 et défini conformément au Tableau 17.

Tableau 17 – MRP_Prio

Valeur (hexadécimale)	Signification
0x0000	Gestionnaire de redondance à priorité la plus élevée
0x1000 – 0x7000	Priorités élevées
0x8000	Priorité par défaut pour le gestionnaire de redondance
0x9000 – 0xE000	Priorités basses
0xF000	Gestionnaire de redondance à priorité la plus basse
Autre	Réservée

8.1.13 Codage du champ MRP_PortRole

Ce champ doit être codé en tant que type de données Unsigned16. Le codage doit être conforme au Tableau 18.

Tableau 18 – MRP_PortRole

Valeur (hexadécimale)	Signification	Utilisation
0x0000	Port en anneau principal	La trame est envoyée sur le port en anneau principal
0x0001	Port en anneau secondaire	La trame est envoyée sur le port en anneau secondaire
0x0002 – 0xFFFF	Réservée	

8.1.14 Codage du champ MRP_RingState

Ce champ doit être codé en tant que type de données Unsigned16 avec les valeurs conformes au Tableau 19.

Tableau 19 – MRP_RingState

Valeur (hexadécimale)	Signification	Utilisation
0x0000	Anneau ouvert	MRM est à l'état d'anneau ouvert
0x0001	Anneau fermé	MRM est à l'état d'anneau fermé
0x0002 – 0xFFFF	Réservée	—

8.1.15 Codage du champ MRP_Interval

Ce champ doit être codé en tant que type de données Unsigned16 avec les valeurs conformes au Tableau 20.

Tableau 20 – MRP_Interval

Valeur (hexadécimale)	Signification	Utilisation
0x0000 – 0x07D0	Intervalle de l'événement de changement de topologie suivant (en ms)	Obligatoire
0x07D1 – 0xFFFF	Intervalle de l'événement de changement de topologie suivant (en ms)	Facultatif

8.1.16 Codage du champ MRP_Transition

Ce champ doit être codé en tant que type de données Unsigned16 avec les valeurs conformes au Tableau 21.

Tableau 21 – MRP_Transition

Valeur (hexadécimale)	Signification	Utilisation
0x0000 – 0xFFFF	Nombre de transitions entre l'état d'anneau ouvert et fermé	Utilisée pour surveiller cette valeur grâce à un renifleur de paquet

8.1.17 Codage du champ MRP_TimeStamp

Ce champ doit être codé en tant que type de données Unsigned32 avec les valeurs conformes au Tableau 22.

Tableau 22 – MRP_TimeStamp

Valeur (hexadécimale)	Signification	Utilisation
0x00000000 – 0xFFFFFFFF	Valeur réelle du compteur local de 1 ms	La valeur est utilisée par le MRM pour déterminer le temps de propagation maximal des trames MRP_Test dans un anneau.

8.1.18 Codage du champ MRP_Blocked

Ce champ doit être codé en tant que type de données Unsigned16 avec les valeurs conformes au Tableau 23.

Tableau 23 – MRP_Blocked

Valeur (décimale)	Signification	Utilisation
0	Le MRC n'est pas en mesure de recevoir et de transférer les trames MRP_Test, MRP_LinkChange et MRP_TopologyChange au niveau d'un port en anneau dont l'état est BLOCKED	Facultatif
1	Le MRC est en mesure de recevoir et de transférer les trames MRP_Test, MRP_LinkChange et MRP_TopologyChange au niveau d'un port en anneau dont l'état est BLOCKED	Obligatoire
2 ... 65 535	Réservée	

8.1.19 Codage du champ MRP_ManufacturerOUI

Ce champ doit être codé en tant que type de données octetString[3] avec l'OUI (Organizationally Unique Identifier) comme indiqué par l'IEEE Registration Authority Committee (RAC).

8.1.20 Codage du champ MRP_ManufacturerData

Ce champ doit être réservé aux données spécifiques au fournisseur.

8.1.21 Codage du champ MRP_DomainUUID

Ce champ doit être codé en tant qu'UUID avec les valeurs conformes au Tableau 24.

Tableau 24 – MRP_DomainUUID

Valeur (hexadécimale)	Signification	Utilisation
0x00000000-0000-0000-0000-000000000000		Réservée
0x00000000-0000-0000-0000-000000000001 – 0xFFFFFFFF-FFFF-FFFF-FFFF-FFFFFFFFFFFFFFE	UUID du domaine de redondance MRP	Facultatif
0xFFFFFFFF-FFFF-FFFF-FFFF-FFFFFFFFFFFFFFF	UUID par défaut du domaine de redondance MRP	Obligatoire

8.2 Machines de protocole

8.2.1 Machine de protocole MRM

La machine de protocole MRM est définie au Tableau 26. Le comportement principal de la machine de protocole est présenté à la Figure 5.

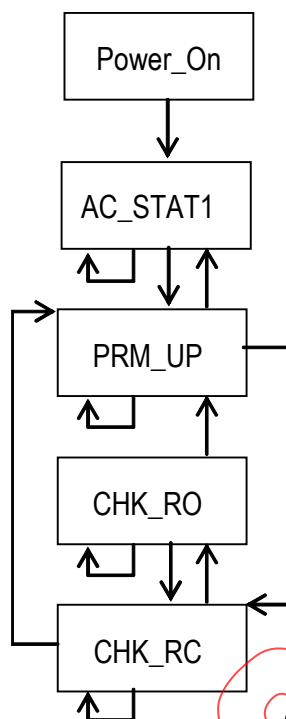


Figure 5 – Machine de protocole MRP pour MRM

Le texte ci-dessous explique les principales actions réalisées dans les états. En cas de différence d'interprétation entre ce texte et le diagramme d'états, ce dernier l'emporte.

Power_On

Initialisation, le MRM doit démarrer les ports en anneau RPort_1 et RPort_2 à l'état BLOCKED. Les entrées statiques de la base de données de filtrage correspondant aux adresses multidiffusion MRP MC_TEST et MC_CONTROL vers l'hôte sont générées. Tous les MRP-PDU doivent utiliser la priorité la plus élevée (ORG).

AC_STAT1

Démarrage, attente du premier établissement de liaison au niveau de l'un de ses ports en anneau (appelé port en anneau principal), début de la surveillance d'essai de l'anneau et transition vers PRM_UP.

PRM_UP (Primary Ring Port with Link Up)

Cet état doit être atteint uniquement si le port en anneau principal comporte une liaison (port en anneau secondaire sans liaison). Le MRM doit régulièrement envoyer les trames MRP_Test par les deux ports en anneau même si l'autre port en anneau (port en anneau secondaire) n'a détecté aucune liaison.

CHK_RO (Check Ring, état Ring Open)

Le MRM n'a pas reçu ses trames MRP_Test pendant une durée déterminée, MRP_RingState doit être défini à l'état d'anneau ouvert.

Cet état peut également être atteint en cas de réception d'une trame MRP_LinkDown si l'option MRP_REACT_ON_LINK_CHANGE est prise en charge.

CHK_RC (Check Ring, état Ring Closed)

Le MRM doit envoyer ses trames MRP_Test et doit vérifier la liaison de ses ports en anneau, MRP_RingState doit être défini à l'état d'anneau fermé.

Les variables locales de la machine de protocole MRM figurent au Tableau 25.

Tableau 25 – Variables locales MRP de la machine de protocole MRM

Nom	Type	Signification
SA_Port1	OctetString[6]	Adresse source MAC RPort_1 du port en anneau
SA_Port2	OctetString[6]	Adresse source MAC RPort_2 du port en anneau
SA_RPort	OctetString[6]	Adresse source MAC du port en anneau 1 ou 2
PRIORITY	Unsigned8	Priorité conforme à l'IEEE 802.1Q pour MRP-PDU. Doit être définie sur ORG.
MRP_TS_Prio	Unsigned16	MRP_Prio de l'hôte
MRP_TS_SA	OctetString[6]	Adresse source MAC de l'hôte
RPort_1	Unsigned16	Identification de port du port en anneau 1
RPort_2	Unsigned16	Identification de port du port en anneau 2
PRM_RPort	Unsigned16	Identification de port du port en anneau principal
SEC_RPort	Unsigned16	Identification de port du port en anneau secondaire
MRP_MRM_NRmax	Unsigned16	Nombre maximal de retransmissions de MRP-PDU de Type MRP_Test
MRP_MRM_NReturn	Unsigned16	Compteur, plage MRP_MRM_NRmax sur 0
TC_NReturn	Unsigned16	Compteur, plage MRP_TOPNRmax sur 0
ADD_TEST	Booléen	Envoyer un MRP-PDU supplémentaire de type MRP_Test après intervalle MRP_TSTshortT si TRUE
REACT_MODE	Booléen	MRM réagit aux trames MRP_LinkDown à partir d'un MRC si TRUE
MRP_LNK_UP	Unsigned16	Valeur constante pour indiquer un établissement de liaison
MRP_LNK_DOWN	Unsigned16	Valeur constante pour indiquer une interruption de liaison
MRP_BLOCKED_SUPPORTED	Unsigned16	Valeur constante pour indiquer que, si la valeur TRUE est attribuée, le MRM suppose que tous les MRC de l'anneau prennent en charge l'état de port BLOCKED Si la valeur FALSE est attribuée, le MRM demande une prise en charge supplémentaire pour les MRC ne prenant pas en charge l'état BLOCKED FALSE: option pour les nœuds non conformes à la CEI 61784-2, CP3/4, CP3/5, CP3/6.
MRP_REACT_ON_LINK_CHANGE	Unsigned16	Valeur constante pour indiquer que, si la valeur TRUE est attribuée, le MRM réagit aux trames MRP_LinkDown provenant d'un MRC avec TopologyChange. Si la valeur FALSE est attribuée, le MRM ne réagit pas aux trames MRP_LinkDown TRUE: option pour les nœuds non conformes à la CEI 61784-1, à la CEI 61784-2, CP3/4, CP3/5, CP3/6
NO_TC	Booléen	Supprimer MRP_TopologyChange dans la topologie linéaire (NO_TC = TRUE)

Le diagramme d'états MRM doit être conforme au Tableau 26.

Tableau 26 – Diagramme d'états MRM

Nb	Etat en cours	Événement /Condition =>action	Etat suivant
1	Mise sous tension	=> InitFDB() AddMACFDB({local},{MC_TEST, MC_CONTROL},ORG) PRM_RPort:= RPort_1 SEC_RPort:= RPort_2 MRP_MRM_NRmax:= MRP_TSTNRmax – 1 MRP_MRM_NReturn:= 0 ADD_TEST:= FALSE REACT_MODE:= TRUE si MRM réagit aux trames MRP_LinkDown provenant d'un MRC ou FALSE si MRM ne réagit pas aux trames MRP_LinkDown provenant d'un MRC Set_Port_StateReq (PRM_RPort, BLOCKED) Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED)	AC_STAT1
2	AC_STAT1	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => Set_Port_StateReq (PRM_RPort, FORWARDING) TestRingReq(MRP_TSTdefaultT)	PRM_UP
3	AC_STAT1	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => ignorer	AC_STAT1
4	AC_STAT1	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => SEC_RPort:= PRM_RPort PRM_RPort:= RPort Set_Port_StateReq (PRM_RPort, FORWARDING) TestRingReq(MRP_TSTdefaultT)	PRM_UP
5	AC_STAT1	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => ignorer	AC_STAT1
6	AC_STAT1	Expiration de TestTimer => ignorer	AC_STAT1

Nb	Etat en cours	Événement /Condition =>action	Etat suivant
7	AC_STAT1	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) => ignorer	AC_STAT1
8	PRM_UP	Expiration de TestTimer => ADD_TEST:= FALSE TestRingReq(MRP_TSTdefaultT)	PRM_UP
9	PRM_UP	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => ignorer	PRM_UP
10	PRM_UP	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => TestTimer.stop SetPortStateReq(PRM_RPort, BLOCKED)	AC_STAT1
11	PRM_UP	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => ignorer	PRM_UP
12	PRM_UP	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => MRP_MRM_NRmax:= MRP_TSTNRmax – 1 MRP_MRM_NReturn:= 0 NO_TC:= TRUE TestRingReq(MRP_TSTdefaultT)	CHK_RC
13	PRM_UP	TestRingInd(MRP_SA, MRP_Prio) /MRP_SA == MRP_TS_SA => MRP_MRM_NRmax:= MRP_TSTNRmax – 1 MRP_MRM_NReturn:= 0 NO_TC:= FALSE TestRingReq(MRP_TSTdefaultT)	CHK_RC
14	PRM_UP	TestRingInd(MRP_SA, MRP_Prio) /MRP_SA != MRP_TS_SA => ignorer	PRM_UP

Nb	Etat en cours	Événement /Condition =>action	Etat suivant
15	PRM_UP	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /!ADD_TEST && PortMode == MRP_BLOCKED_SUPPORTED => ADD_TEST:= TRUE TestRingReq(MRP_TSTshortT)	PRM_UP
16	PRM_UP	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /ADD_TEST && PortMode == MRP_BLOCKED_SUPPORTED => ignorer	PRM_UP
17	PRM_UP	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /Link_status == MRP_LNK_DOWN && PortMode != MRP_BLOCKED_SUPPORTED => ignorer	PRM_UP
18	PRM_UP	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /ADD_TEST && Link_status == MRP_LNK_UP && PortMode != MRP_BLOCKED_SUPPORTED => TopologyChangeReq(0)	PRM_UP
19	PRM_UP	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /!ADD_TEST && Link_status == MRP_LNK_UP && PortMode != MRP_BLOCKED_SUPPORTED => ADD_TEST:= TRUE TestRingReq(MRP_TSTshortT) TopologyChangeReq(0)	PRM_UP
20	PRM_UP	TopologyChangeInd(MRP_SA, t) => ignorer	PRM_UP
21	CHK_RO	Expiration de TestTimer => ADD_TEST:= FALSE TestRingReq(MRP_TSTdefaultT)	CHK_RO
22	CHK_RO	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => ignorer	CHK_RO

Nb	Etat en cours	Événement /Condition =>action	Etat suivant
23	CHK_RO	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => PRM_RPort:= SEC_RPort SEC_RPort:= RPort Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED) TestRingReq(MRP_TSTdefaultT) TopologyChangeReq(MRP_TOPchgT)	PRM_UP
24	CHK_RO	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => Ignorer	CHK_RO
25	CHK_RO	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED)	PRM_UP
26	CHK_RO	TestRingInd(MRP_SA, MRP_Prio) /MRP_SA == MRP_TS_SA && REACT_MODE != MRP_REACT_ON_LINK_CHANGE => Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED) MRP_MRM_NRmax:= MRP_TSTNRmax – 1 MRP_MRM_NReturn:= 0 NO_TC:= FALSE TestRingReq(MRP_TSTdefaultT) TopologyChangeReq(MRP_TOPchgT)	CHK_RC
27	CHK_RO	TestRingInd(MRP_SA, MRP_Prio) /MRP_SA == MRP_TS_SA && REACT_MODE == MRP_REACT_ON_LINK_CHANGE => Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED) MRP_MRM_NRmax:= MRP_TSTNRmax – 1 MRP_MRM_NReturn:= 0 NO_TC:= FALSE TestRingReq(MRP_TSTdefaultT) TopologyChangeReq(0)	CHK_RC
28	CHK_RO	TestRingInd(MRP_SA, MRP_Prio) /MRP_SA != MRP_TS_SA => ignorer	CHK_RO

Nb	Etat en cours	Événement /Condition =>action	Etat suivant
29	CHK_RO	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /!ADD_TEST && Link_status == MRP_LNK_UP && PortMode == MRP_BLOCKED_SUPPORTED => ADD_TEST:= TRUE TestRingReq(MRP_TSTshortT)	CHK_RO
30	CHK_RO	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /ADD_TEST && Link_status == MRP_LNK_UP && PortMode == MRP_BLOCKED_SUPPORTED => Ignorer	CHK_RO
31	CHK_RO	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /ADD_TEST && Link_status == MRP_LNK_DOWN => Ignorer	CHK_RO
32	CHK_RO	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /!ADD_TEST && Link_status == MRP_LNK_DOWN => ADD_TEST:= TRUE TestRingReq(MRP_TSTshortT)	CHK_RO
33	CHK_RO	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /ADD_TEST && Link_status == MRP_LNK_UP && PortMode != MRP_BLOCKED_SUPPORTED => Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED) MRP_MRM_NRmax:= MRP_TSTExtNRmax – 1 MRP_MRM_NReturn:= 0 TestRingReq(MRP_TSTdefaultT) TopologyChangeReq(0)	CHK_RC

Nb	Etat en cours	Événement /Condition =>action	Etat suivant
34	CHK_RO	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /!ADD_TEST && Link_status == MRP_LNK_UP && PortMode != MRP_BLOCKED_SUPPORTED => Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED) MRP_MRM_NRmax:= MRP_TSTExtNRmax – 1 MRP_MRM_NReturn:= 0 ADD_TEST:= TRUE TestRingReq(MRP_TSTshortT) TopologyChangeReq(0)	CHK_RC
35	CHK_RO	TopologyChangeInd(MRP_SA, t) => ignorer	CHK_RO
36	CHK_RC	Expiration de TestTimer /MRP_MRM_NReturn >= MRP_MRM_NRmax && !NO_TC => Set_Port_StateReq (SEC_RPort, FORWARDING) MRP_MRM_NRmax:= MRP_TSTNRmax – 1 MRP_MRM_NReturn:= 0 ADD_TEST:= FALSE TopologyChangeReq(MRP_TOPchgT) TestRingReq(MRP_TSTdefaultT)	CHK_RO
37	CHK_RC	Expiration de TestTimer /MRP_MRM_NReturn >= MRP_MRM_Nrmax && NO_TC => Set_Port_StateReq (SEC_RPort, FORWARDING) MRP_MRM_NRmax:= MRP_TSTNRmax – 1 MRP_MRM_NReturn:= 0 ADD_TEST:= FALSE TestRingReq(MRP_TSTdefaultT)	CHK_RO
38	CHK_RC	Expiration de TestTimer /MRP_MRM_NReturn < MRP_MRM_NRmax => MRP_MRM_NReturn:= MRP_MRM_NReturn + 1 ADD_TEST:= FALSE TestRingReq(MRP_TSTdefaultT)	CHK_RC

Nb	Etat en cours	Événement /Condition =>action	Etat suivant
39	CHK_RC	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => Ignorer	CHK_RC
40	CHK_RC	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => PRM_RPort:= SEC_RPort SEC_RPort:= RPort Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED) Set_Port_StateReq (PRM_RPort, FORWARDING) TestRingReq(MRP_TSTdefaultT) TopologyChangeReq(MRP_TOPchgT)	PRM_UP
41	CHK_RC	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => Ignorer	CHK_RC
42	CHK_RC	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => Ignorer	PRM_UP
43	CHK_RC	TestRingInd(MRP_SA, MRP_Prio) /MRP_SA == MRP_TS_SA => MRP_MRM_NRmax:= MRP_TSTNRmax – 1 MRP_MRM_NReturn:= 0 NO_TC:= FALSE	CHK_RC
44	CHK_RC	TestRingInd(MRP_SA, MRP_Prio) /MRP_SA != MRP_TS_SA => ignorer	CHK_RC
45	CHK_RC	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /ADD_TEST && REACT_MODE != MRP_REACT_ON_LINK_CHANGE && PortMode == MRP_BLOCKED_SUPPORTED => ignorer	CHK_RC

Nb	Etat en cours	Événement /Condition =>action	Etat suivant
46	CHK_RC	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /!ADD_TEST && REACT_MODE != MRP_REACT_ON_LINK_CHANGE && PortMode == MRP_BLOCKED_SUPPORTED => ADD_TEST:= TRUE TestRingReq(MRP_TSTshortT)	CHK_RC
47	CHK_RC	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /Link_status == MRP_LNK_DOWN && REACT_MODE == MRP_REACT_ON_LINK_CHANGE => Set_Port_StateReq (SEC_RPort, FORWARDING) TopologyChangeReq(0)	CHK_RC
48	CHK_RC	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /Link_status == MRP_LNK_UP && REACT_MODE == MRP_REACT_ON_LINK_CHANGE && PortMode != MRP_BLOCKED_SUPPORTED => MRP_MRM_NRmax:= MRP_TSTExtNRmax - 1 TopologyChangeReq(0)	CHK_RC
49	CHK_RC	LinkChangeInd(PortMode, Link_status) /Link_status == MRP_LNK_UP && REACT_MODE == MRP_REACT_ON_LINK_CHANGE && PortMode == MRP_BLOCKED_SUPPORTED => MRP_MRM_NRmax:= MRP_TSTNRmax - 1 TopologyChangeReq(0)	CHK_RC
50	CHK_RC	TopologyChangeInd(MRP_SA, t) => ignorer	CHK_RC

8.2.2 Machine de protocole MRC

La machine de protocole MRC est définie au Tableau 28. Le comportement principal de la machine de protocole est présenté à la Figure 6.

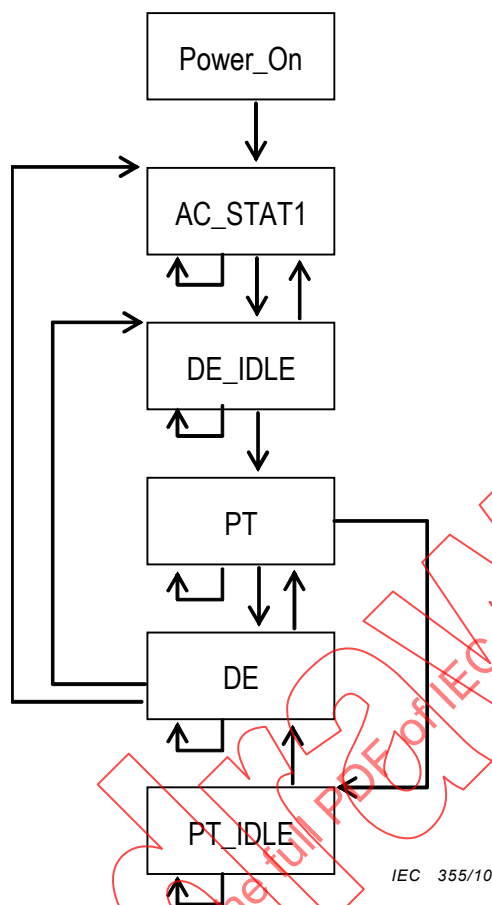


Figure 6 – Machine de protocole MRP pour MRC

Le texte ci-dessous explique les principales actions réalisées dans les états. En cas de différence d'interprétation entre ce texte et le diagramme d'états, ce dernier l'emporte.

Power_On

Initialisation, le MRC doit démarrer les ports en anneau RPort_1 et RPort_2 à l'état BLOCKED. Les entrées statiques de la base de données de filtrage correspondant aux adresses multidiffusion MRP MC_TEST et MC_CONTROL sont générées: transférer les trames MRP vers MC_TEST et MC_CONTROL entre les ports en anneau, ainsi que les trames MC_CONTROL vers l'hôte. Tous les MRP-PDU doivent utiliser la priorité la plus élevée (ORG).

AC_STAT1

Démarrer, attendre l'établissement de liaison sur l'un des ports en anneau.

DE_IDLE (état Data Exchange Idle)

Cet état doit être atteint si un seul port en anneau (principal) comporte une liaison et que l'état de son port est FORWARDING.

PT (Pass Through)

État temporaire en signalant les changements de liaison.

DE (Data Exchange)

État temporaire en signalant les changements de liaison.

PT_IDLE (état Pass Through Idle)

Cet état doit être atteint si les deux ports en anneau comportent une liaison et que les états du port sont FORWARDING.

Les variables locales de la machine de protocole MRC figurent au Tableau 27.

Tableau 27 – Variables locales MRP de la machine de protocole MRC

Nom	Type	Signification
SA_RPort	OctetString[6]	Adresse source MAC du port en anneau 1 ou 2
PRIORITY	Unsigned8	Priorité conforme à l'IEEE 802.1Q pour MRP-PDU. Doit être définie sur ORG.
RPort_1	Unsigned16	Identification de port du port en anneau 1
RPort_2	Unsigned16	Identification de port du port en anneau 2
PRM_RPort	Unsigned16	Identification de port du port en anneau principal
SEC_RPort	Unsigned16	Identification de port du port en anneau secondaire
MRP_LNKNReturn	Unsigned16	Compteur, plage MRP_LNKNRmax sur 0
MRP_LNK_UP	Unsigned16	Valeur constante pour indiquer un établissement de liaison
MRP_LNK_DOWN	Unsigned16	Valeur constante pour indiquer une interruption de liaison

Le diagramme d'états MRC doit être conforme au Tableau 28.

Tableau 28 – Diagramme d'états MRC

Nb	Etat en cours	Evénement /Condition =>action	Etat suivant
1	Mise sous tension	=> InitFDB() AddMACFDB({RPort_1,RPort_2},{MC_TEST, MC_CONTROL},ORG) AddMACFDB({local},{MC_CONTROL},ORG) PRM_RPort:= RPort_1 SEC_RPort:= RPort_2 Set_Port_StateReq (PRM_RPort, BLOCKED) Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED) UpTimer.ini DownTimer.ini	AC_STAT1
2	AC_STAT1	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => Set_Port_StateReq (PRM_RPort, FORWARDING)	DE_IDLE
3	AC_STAT1	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /Link_status == MRP_LNK_DOWN => ignorer	AC_STAT1

Nb	Etat en cours	Événement /Condition =>action	Etat suivant
4	AC_STAT1	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => SEC_RPort:= PRM_RPort PRM_RPort:= RPort Set_Port_StateReq (PRM_RPort, FORWARDING)	DE_IDLE
5	AC_STAT1	TopologyChangeInd(MRP_SA, t) => ignorer	AC_STAT1
6	DE_IDLE	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => MRP_LNKNReturn:= MRP_LNKNRmax UpTimer.start(MRP_LNKupT) LinkChangeReq(PRM_RPort , MRP_LNK_UP, MRP_LNKNReturn X MRP_LNKupT)	PT
7	DE_IDLE	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => ignorer	DE_IDLE
8	DE_IDLE	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => Set_Port_StateReq (PRM_RPort, BLOCKED)	AC_STAT1
9	DE_IDLE	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => ignorer	DE_IDLE
10	DE_IDLE	TopologyChangeInd(MRP_SA, t) => ClearFDB(t)	DE_IDLE

Nb	Etat en cours	Evénement /Condition =>action	Etat suivant
11	PT	Expiration d'UpTimer /MRP_LNKNReturn == 0 => MRP_LNKNReturn:= MRP_LNKNRmax Set_Port_StateReq (SEC_RPort, FORWARDING)	PT_IDLE
12	PT	Expiration d'UpTimer /MRP_LNKNReturn > 0 => MRP_LNKNReturn:= MRP_LNKNReturn - 1 UpTimer.start(MRP_LNKupT) LinkChangeReq(PRM_RPort , MRP_LNK_UP, MRP_LNKNReturn X MRP_LNKupT)	PT
13	PT	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_UP => ignorer	PT
14	PT	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort != PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => MRP_LNKNReturn:= MRP_LNKNRmax UpTimer.stop Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED) DownTimer.start(MRP_LNKdownT) LinkChangeReq(PRM_RPort , MRP_LNK_DOWN, MRP_LNKNReturn X MRP_LNKdownT)	DE
15	PT	MAUTypeChangeInd(RPort, Link_status) /RPort == PRM_RPort && Link_status == MRP_LNK_DOWN => MRP_LNKNReturn:= MRP_LNKNRmax UpTimer.stop PRM_RPort:= SEC_RPort SEC_RPort:= RPort Set_Port_StateReq (PRM_RPort, FORWARDING) Set_Port_StateReq (SEC_RPort, BLOCKED) DownTimer.start(MRP_LNKdownT) LinkChangeReq(PRM_RPort , MRP_LNK_DOWN, MRP_LNKNReturn X MRP_LNKdownT)	DE