

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

**Réseaux industriels de communication – Réseaux de haute disponibilité pour
l'automation –
Partie 6: Protocole de redondance distribuée (DRP)**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62439-6:2010



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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 6: Distributed Redundancy Protocol (DRP)**

**Réseaux industriels de communication – Réseaux de haute disponibilité pour
l'automation –
Partie 6: Protocole de redondance distribuée (DRP)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XB

ICS 25.040, 35.040

ISBN 978-2-83220-533-4

**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.....	9
3.3 Conventions	9
4 Overview	9
4.1 Principles	9
4.2 Ring ports	10
4.3 DRP switch node.....	10
4.4 Single ring topology redundancy.....	11
4.5 Double ring topology redundancy	11
4.6 Configuration.....	12
4.6.1 Overview	12
4.6.2 Manufacturer configuration	12
4.6.3 Communication configuration.....	12
4.6.4 Application configuration	13
4.7 Start up	13
5 DRP communications	13
5.1 Overview	13
5.2 Communication procedure.....	15
5.3 Fault detection and recovery.....	18
5.3.1 General	18
5.3.2 Handling in a single ring network	19
5.3.3 Handling in a double ring network.....	20
5.4 Repairing the inter-switch link fault.....	21
5.5 Repairing time synchronization fault.....	21
5.6 Inserting a repaired switch node.....	22
5.7 Inserting a new switch node	23
6 DRP class specification	23
7 DRP attributes	24
8 DRP services	27
8.1 Read	27
8.2 Write	30
9 DRP protocol specification.....	32
9.1 Basic types encoding	32
9.2 ErrorDescription encoding	32
9.3 Encoding of DRP Class	33
9.4 PDU description	34
9.4.1 Encoding of DRP DLPDU	34
9.4.2 Encoding of DLSDU.....	35
9.4.3 Encoding of VLAN	35
9.4.4 Ethertype.....	35

9.4.5	Encoding of DRP PDU	35
9.4.6	Encoding of DRP_DATA	36
9.4.7	Encoding of Read Service	40
9.4.8	Encoding of Write Service primitives	42
9.5	Protocol machine	44
9.5.1	Switch node states description	44
9.5.2	Protocol State Machine description	44
9.5.3	State transitions	45
9.5.4	Function descriptions	52
	Bibliography	64
	Figure 1 – DRP communication model	10
	Figure 2 – Single ring topology redundancy	11
	Figure 3 – Double ring topology redundancy	12
	Figure 4 – DRP communication procedure	14
	Figure 5 – Inserting a new switch node into the DRP system	14
	Figure 6 – Fault detection and recovery	15
	Figure 7 – Fault detection and recovery of single ring topology redundancy	19
	Figure 8 – Single inter-switch link fault detection and recovery of double ring topology redundancy	20
	Figure 9 – Double inter-switch link fault detection and recovery of double ring topology redundancy	21
	Figure 10 – Inserting a repaired switch node	22
	Figure 11 – DRP protocol state machine	45
	Table 1 – Relationship between required recovery time and the TargetTimeSyncClass	22
	Table 2 – Parameters of Read service	27
	Table 3 – Parameters of Write service	30
	Table 4 – Error Type definition	32
	Table 5 – Error Code definition	33
	Table 6 – Definition of DRP Class	33
	Table 7 – DRP OUI	34
	Table 8 – DRP MulticastMACAddress	35
	Table 9 – Encoding of DLSDU	35
	Table 10 – Encoding of DRP PDU	35
	Table 11 – DRP_Type definition	35
	Table 12 – Encoding of RingCheck frame	36
	Table 13 – Encoding of DeviceAnnunciation frame	37
	Table 14 – Encoding of RingChange frame	39
	Table 15 – Encoding of LinkCheck frame	39
	Table 16 – Encoding of LinkAlarm frame	40
	Table 17 – Encoding of LinkChange frame	40
	Table 18 – Encoding of Read Request	41
	Table 19 – Encoding of Read Service Positive Response	41
	Table 20 – Encoding of Read Service Negative Response	42

Table 21 – Encoding of Write Request	43
Table 22 – Encoding of Write Service Positive Response.....	43
Table 23 – Encoding of Write Service Negative Response	43
Table 24 – DRP state transitions.....	46
Table 25 – SetRingPortState() descriptions	52
Table 26 – LoadRingPortState() descriptions	52
Table 27 – WriteSucceed() descriptions	52
Table 28 – SynchronizationFinished() descriptions	53
Table 29 – ActivePortLinkState() descriptions	53
Table 30 – StandbyPortLinkState() descriptions	53
Table 31 – ConfigureInfo() descriptions	53
Table 32 – DRPSendTimer() descriptions	54
Table 33 – SendRingChange() descriptions	54
Table 34 – ForwardingRingCheck() descriptions	54
Table 35 – AnnunciationBlockingPort() descriptions.....	54
Table 36 – LocalDRPSequenceIDSmaller() descriptions	55
Table 37 – RecvAnnunciationWithinTimeLimit() descriptions	55
Table 38 – RecvLinkCheckWithinTimeLimit() descriptions	55
Table 39 – NoLocalLinkFault() descriptions	55
Table 40 – RecvLinkAlarm() descriptions	56
Table 41 – Clear_FDB() descriptions	56
Table 42 – ChangeRingState() descriptions.....	56
Table 43 – BlockingPortSelect() descriptions	56
Table 44 – SendLinkChange() descriptions	57
Table 45 – DRPSequenceIDCompare() descriptions	57
Table 46 – ChangePortState() descriptions.....	57
Table 47 – ChangeDoublePortState() descriptions	57
Table 48 – LocalSendRingCheck() descriptions	58
Table 49 – DRPKeyParaConfigure() descriptions	58
Table 50 – CheckMACAddress() descriptions	58
Table 51 – SetDRPKeyPara() descriptions.....	58
Table 52 – SendDeviceAnnunciation() descriptions.....	59
Table 53 – FaultRecvRingCheck() descriptions.....	59
Table 54 – RecordDeviceState() descriptions	59
Table 55 – DrpRecvMsg() descriptions	59
Table 56 – SendLinkAlarm() descriptions.....	60
Table 57 – TimeUnsynchronization() descriptions	60
Table 58 – PassiveMasterState() descriptions	60
Table 59 – SearchDeviceState() descriptions.....	60
Table A.1 – An example of parameters setting for DRP Class	62
Table A.2 – Parameters for calculation of recovery time.....	63

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –
HIGH AVAILABILITY AUTOMATION NETWORKS –****Part 6: Distributed Redundancy Protocol (DRP)**

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 62439-6 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.

IMPORTANT – The “colour inside” logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this publication using a colour printer.

INTRODUCTION

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

In the fault-free state of the network, the protocols of the IEC 62439 series provide ISO/IEC 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 about the communication procedure and fault detection and recovery for DRP given in 5.2 and 5.3.

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:

SUPCON Group Co., Ltd & Zhejiang University
Hangzhou
China

Beijing Kyland Technology Co. LTD
No 95 Building
Southeast Corner of Xisanqi Bridge
Haidian
Beijing
China

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 6: Distributed Redundancy Protocol (DRP)

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. Each switch has equal management role in the network. Double rings are supported.

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, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 61158 (all parts), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications*

IEC 61588:2009, *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems* (IEEE 1588)

IEC 62439-1:2010, *Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 1: General concepts and calculation methods*

ISO/IEC/TR 8802-1, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 1: Overview of Local Area Network Standards Technologies de* (IEEE 802.1)

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

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

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, in addition to the following.

3.1.1

active ring port

ring port which is connected in the ring network and works in Blocking or Forwarding state

3.1.2

cycle

shortest time interval after which the communication traffic pattern repeats itself

3.1.3

standby ring port

ring port which is connected in the ring network and works in the Disabled state

3.1.4

time offset

time difference from a specially designated time

3.2 Abbreviations and acronyms

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

3.3 Conventions

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

4 Overview

4.1 Principles

The Distributed Redundancy Protocol (DRP) defines a high availability network solution based on ISO/IEC 8802-3 (IEEE 802.3) and the functions of ISO/IEC/TR 8802-1 (IEEE 802.1) for communication link redundancy.

DRP provides a framework for describing the operational behaviour of the switches in a ring topology to detect a single network failure (such as an inter-switch link failure or a ring switch failure) and recover from it within a deterministic recovery time.

A DRP network has a ring topology with multiple switch nodes, each of which may be a switch or a switching end node. Each node requires an integrated switch with at least two ports (ring ports) connected to the ring, and which is able to detect and recover from failures in accordance with the DRP protocol.

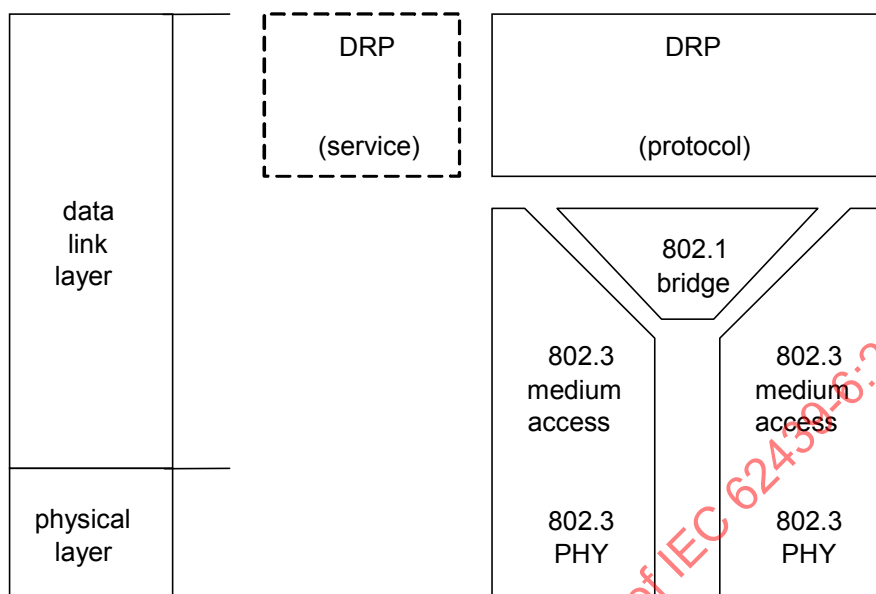
Each node has equal management role in a DRP ring network. It means that each node observes and controls the ring topology by multicasting a ring test frame RingCheck and an inter-switch link test frame LinkCheck cyclically, and reacts on network faults. The LinkCheck test frame provides the mechanism to detect the failure of a switch node.

In a DRP network, each switch node is synchronized using IEC 61588 (IEEE 1588) with either boundary clock or transparent clock according to the application.

NOTE Typically, boundary clock is used according to IEC 61588 (IEEE 1588). In larger-scale application, the transparent clock should be used for better time synchronization.

Optionally, DRP supports double ring topology redundancy. In this case, each switch node shall have at least two pairs of ring ports: one pair of active ring ports and one pair of standby ring ports.

The DRP defines a service entity and a protocol entity, as well as a set of management frames. The service entity specifies the externally visible services for application layer and systems management. The communication model for DRP is shown in Figure 1.



IEC 391/10

Figure 1 – DRP communication model

4.2 Ring ports

Each switch node shall have at least two ring ports connected to the ring network.

Some switch nodes in addition to the ring ports can have one or more non ring ports including leaf link ports. In such cases, the DRP frames (for example RingCheck, LinkCheck, LinkAlarm, LinkChange, DeviceAnnunciation and RingChange) shall not be forwarded to non-ring ports.

The ring ports which support DRP protocol shall have three states as follows:

a) Disabled

- All frames shall be dropped.

b) Blocking

All frames shall be dropped except the following:

- DRP frames, such as RingCheck frame, LinkCheck frame, LinkAlarm frame, LinkChange frame, DeviceAnnunciation frame, RingChange frame.
- 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.

c) Forwarding:

All frames shall be passed through according to the forwarding behaviour of IEEE 802.1D.

4.3 DRP switch node

The communication roles of all switch nodes are equal in the DRP ring. Each switch node may be a switch or a switching end node.

Each switch node has the equal right to periodically multicast ring fault detection frame RingCheck and inter-switch link fault detection frame LinkCheck in both directions of the ring at the scheduled time.

4.4 Single ring topology redundancy

Each switch node shall have two ring ports connected to the ring network, which are called active ports (as shown in Figure 2).

In a DRP single ring network, only one active ring port operates in the Blocking state while all other ring ports operate in the Forwarding state. That is, only one switch node sets one of its active ring ports into the Blocking state, the other active ring port of this node is set into the Forwarding state. All other switch nodes set the two active ring ports into the Forwarding state.

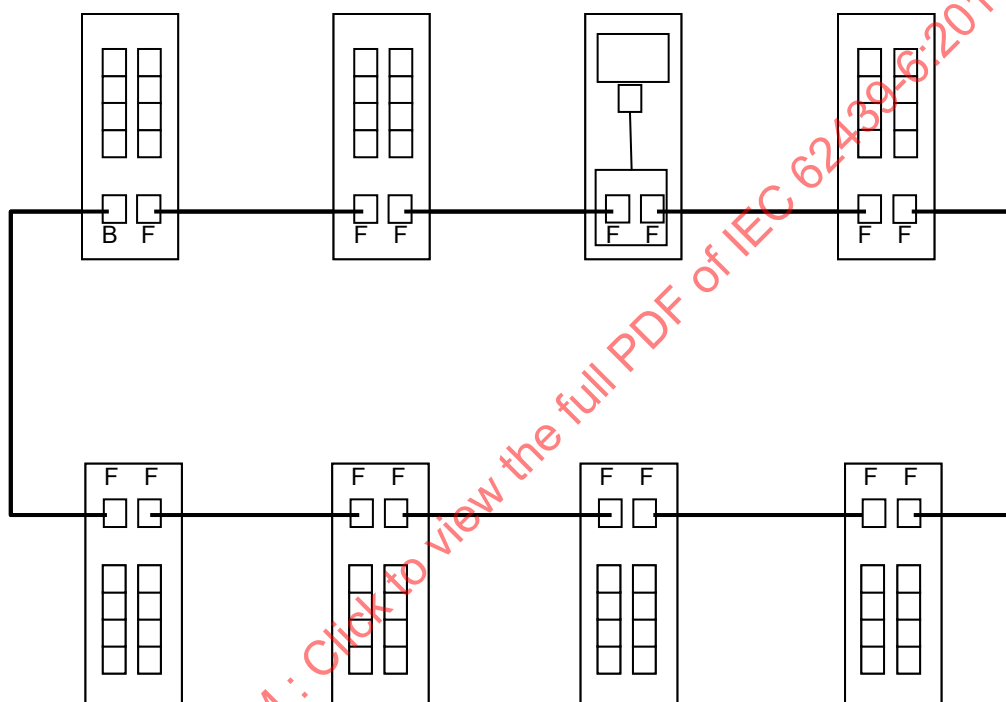
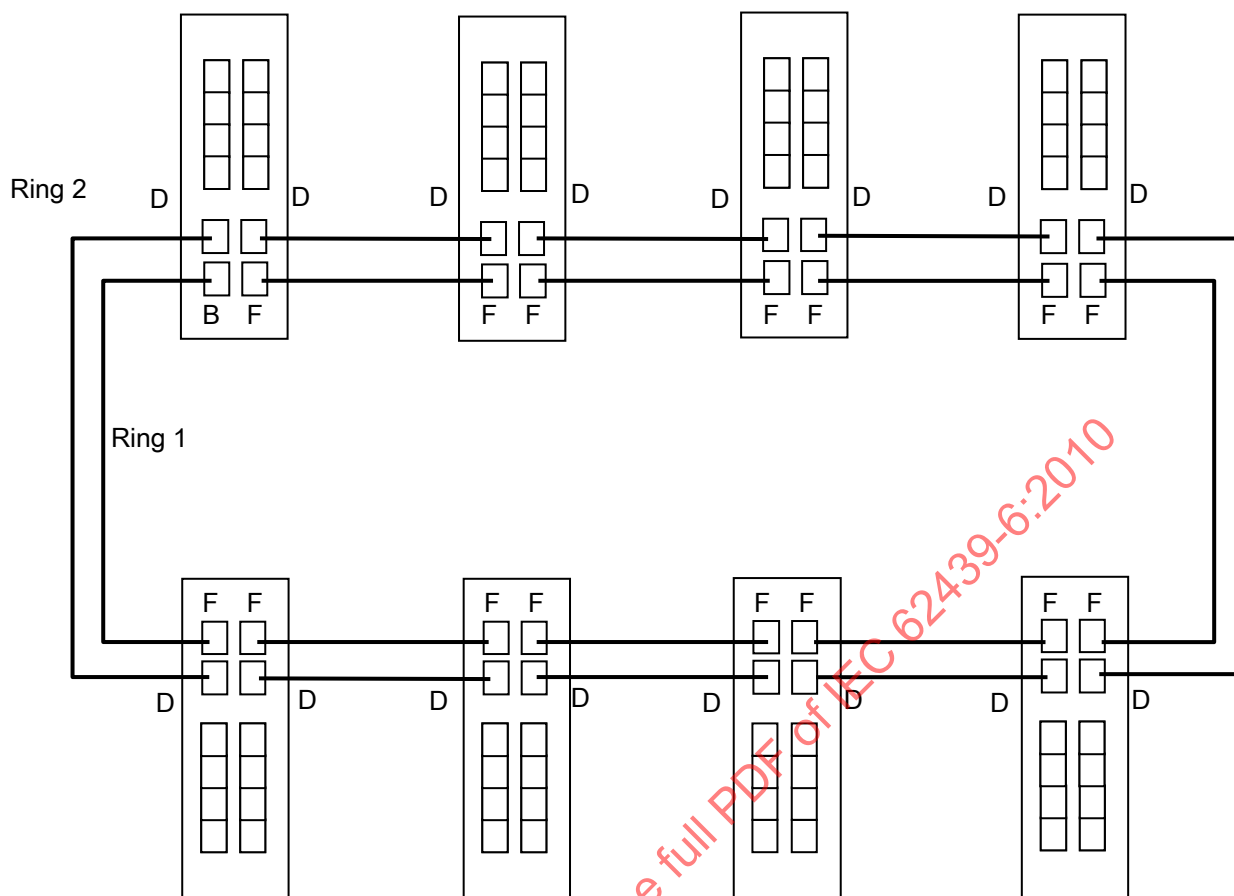


Figure 2 – Single ring topology redundancy

IEC 392/10

4.5 Double ring topology redundancy

As shown in Figure 3, each switch node shall have at least two pairs of ring ports connected to the ring network. One pair of ring ports is active (for example the ports in Ring1) while the other pair of ring ports is standby (for example the ports in Ring2).



IEC 393/10

Figure 3 – Double ring topology redundancy

In a DRP double ring network, only one switch node sets one of its active ring ports into Blocking state, the other active ring port into the Forwarding state and the two standby ring ports into the Disabled state.

4.6 Configuration

4.6.1 Overview

Before the switch node is connected in a DRP network, it shall be configured using configuration software using the DRP Write service. The configuration shall include manufacturer configuration, communication configuration, and application configuration.

4.6.2 Manufacturer configuration

Manufacturer configuration includes the preset of DeviceID, ManufacturerName, DRPVersion, SoftwareVersion, HardwareVersion, Device MAC Address.

Manufacturer configuration information shall be downloaded in a DRP device only when it is manufactured, and it may be uploaded using the Read service.

4.6.3 Communication configuration

Communication configuration includes the preset of states of standby ring ports, Cycle, Ring Check SendTimeOffset, Ring Check Time Limit, Link Check SendTimeOffset, Link Check Time Limit, SynchronizationClockType, DRPSequenceID, DRPDeviceNumber.

For a single ring network, each switch node shall initialize one active ring port in the Blocking state, and the other ring port in the Forwarding state as described in 4.7.

For a double ring network, the two standby ring ports shall be set to the Disabled state.

Communication configuration information shall be written into a switch node using a Write service. It can be read from a switch node using the Read service.

4.6.4 Application configuration

Application configuration includes the preset of DRP Domain ID, PD-Tag, VLAN ID, Ring1 Port1 ID, Ring1 Port2 ID, Ring2 Port1 ID, Ring2 Port2 ID, SynchronizationClockType.

Application configuration information shall be downloaded into the switch node using Write service. It can be uploaded using Read service.

4.7 Start up

When powered on, each switch node shall initialize one active ring port in the Blocking state and the other ring port in the Forwarding state. Each switch node shall be synchronized using IEC 61588 (IEEE 1588) protocol (see 6.6 and 9.3 in IEC 61588 (IEEE 1588)).

If a switch node has not received any RingCheck frame in Ring Check Time Limit, and this switch node is directly connected to the grandmaster clock outside of the ring as defined in IEC 61588 (IEEE 1588), the switch node shall set the value of DRPDeviceNumber and the value of DRPSequenceID to 0x01, and send the RingCheck frame immediately.

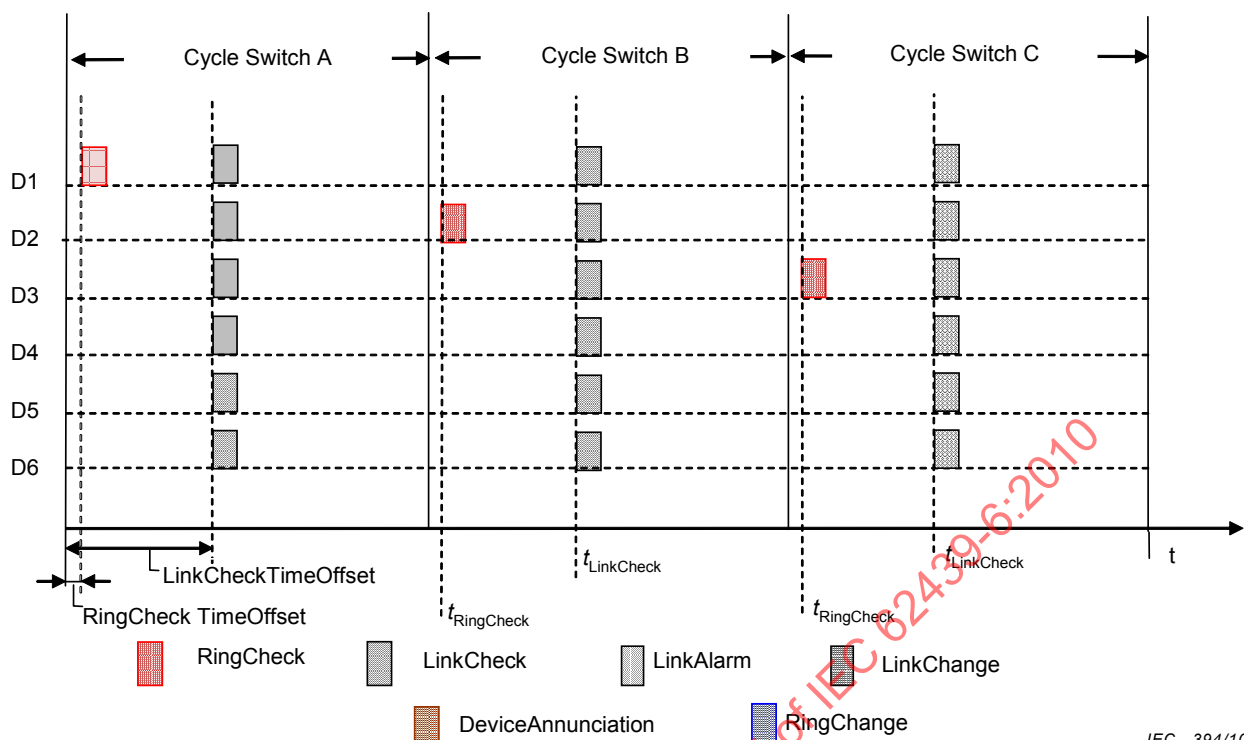
When the value of Cycle is 0xFFFF FFFF FFFF FFFF, the switch node shall not transmit any DRP frames. Otherwise, it shall send the DeviceAnnunciation and the LinkCheck frames according to the communication configuration.

When the DRP system reaches steady state, only the switch node with the smallest DRPSequenceID will keep one ring port in the Blocking state.

5 DRP communications

5.1 Overview

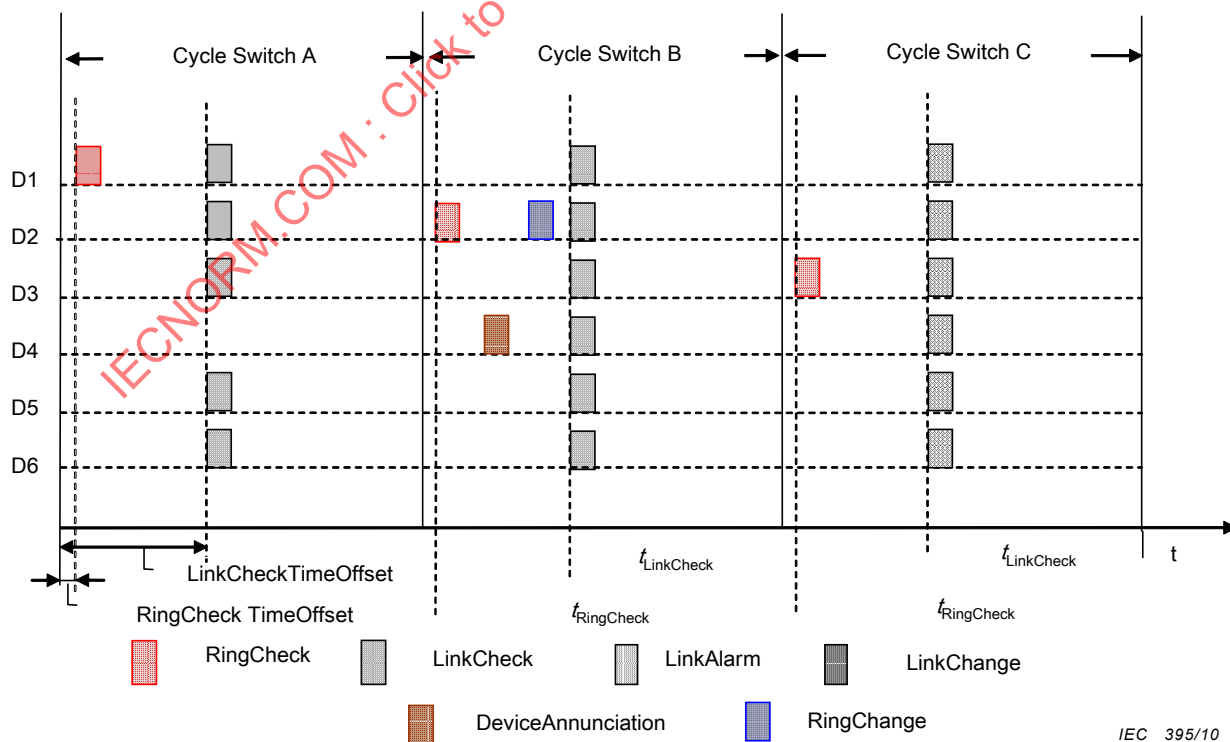
In a DRP redundant network, the communication time is divided into several Cycles, marked as Cycle as shown in Figure 4. Where $t_{\text{RingCheck}}$ is the time offset for sending the RingCheck frame while $t_{\text{LinkCheck}}$ is the time offset for sending the LinkCheck frame.



IEC 394/10

Figure 4 – DRP communication procedure

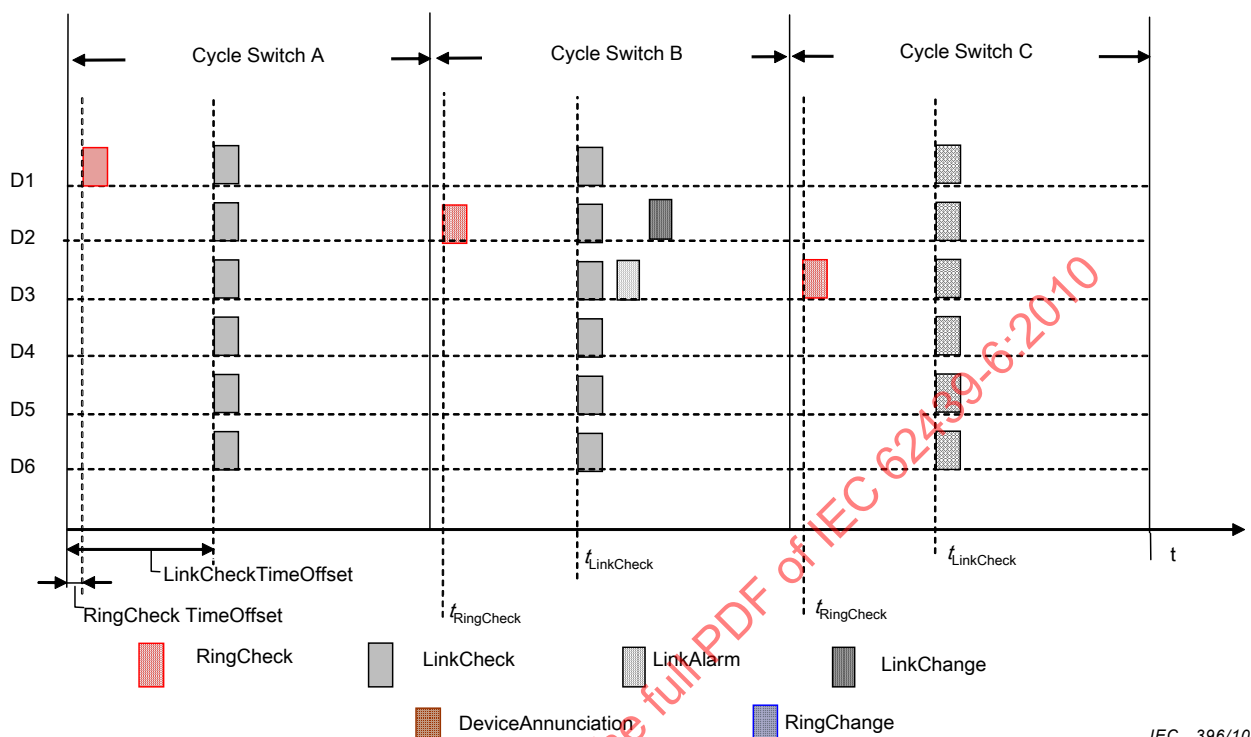
Within one Cycle, only one switch node multicasts the RingCheck frame to test the ring state at time $t_{\text{RingCheck}}$, while each switch node multicasts the LinkCheck frame to its two neighbour switch nodes at time $t_{\text{LinkCheck}}$ to test the operation state of all inter-switch links and switch nodes (see 5.3).



IEC 395/10

Figure 5 – Inserting a new switch node into the DRP system

As shown in Figure 5, a new switch node (D4) is inserted into the DRP system. The DeviceAnnunciation frame is sent by this new switch node as a multicast out of the two active ring ports. And the switch node multicasts the RingChange frame in its Cycle to all the switch nodes in the DRP system (see 5.7).



IEC 396/10

Figure 6 – Fault detection and recovery

As shown in Figure 6, fault is detected by a switch node (D3) in the DRP system. The LinkAlarm frame is sent by this switch node as a multicast out of the two active ring ports. And the switch node multicasts the LinkChange frame in its Cycle to all the switch nodes in the DRP system (see 5.3).

5.2 Communication procedure

In a DRP network system, each switch node shall operate as follows (see also Figure 7, Figure 8 and Figure 9):

- a) When a switch node powers on, it shall initialize the states of its two active ring ports: the state of Ring1Port1 shall be Blocking while Ring1Port2 shall be Forwarding. If this switch node has standby ring ports, it shall set them into the Disabled state. After initialization, it shall wait to synchronize its local current time using IEC 61588 (IEEE 1588) protocol. No DRP frames shall be sent by this switch node before its local time is synchronized.
- b) After time synchronization, the switch node shall check the configuration information.
 - 1) The parameters DRPDeviceNumber, DRPSequenceID, Ring Check SendTimeOffset, Link Check SendTimeOffset are defined in Clause 6. These parameters are configured by the end user or set by the RingChange frame. If any value of DRPDeviceNumber, DRPSequenceID or Cycle is the default value, that means, the local switch node is unconfigured, the switch node shall set all of them to the default value. And then do the following within the time Required Recovery Time from time synchronized.
 - i) if a RingCheck frame has been received, the switch node shall send the DeviceAnnunciation frame immediately.
 - ii) otherwise, the switch node shall send the LinkAlarm frame to request a new configuration.
 - 2) otherwise, it shall take no further actions.

- c) After the configuration check, the switch node shall calculate when to send the RingCheck frames using the following algorithm:

If the following condition is met:

$$\begin{aligned} & \text{MOD (Local current time, (DRPDeviceNumber*Cycle))} == \\ & (\text{DRPSequenceID}-1) * \text{Cycle} + \text{Ring Check SendTimeOffset} \end{aligned} \quad (1)$$

then it is time $t_{\text{RingCheck}}$ to send the RingCheck frame as a multicast out of the two active ring ports.

The switch which send the RingCheck frame shall do the following within the time Ring Check Time Limit from the RingCheck sending time $t_{\text{RingCheck}}$,

- 1) if the sent RingCheck frame itself has been received, it shall stop forwarding this RingCheck frame and take no further actions;
 - 2) otherwise, it shall send the LinkAlarm frame to record the ring fault.
- d) if the following condition is met:

$$\text{MOD (Local current time, Cycle)} == \text{Ring Check SendTimeOffset} \quad (2)$$

then it is time that one switch node shall send the LinkCheck frame. The local switch node shall do the following within the time Ring Check Time Limit from this time if it's not its Cycle.

- 1) if a RingCheck frame has been received from one active ring port (for example Ring1Port1), set the corresponding bit in DRPDeviceState, and check if the communication configuration information in the RingCheck frame is equal to the local switch node.
 - i) if the DRPDeviceNumber in the RingCheck frame is not equal to the local switch node, or the DRPSequenceID in the RingCheck frame is equal to the DRPSequenceID in the local switch node, the local switch node shall return the communication configuration to the default values and send the DeviceAnnunciation frame immediately.
 - ii) otherwise, check if the RingCheck frame was sent by a switch node with one Blocking ring port:
 - if none of the ring port states in the RingCheck frame is Blocking, it shall take no further actions;
 - otherwise, the switch node shall check the local DRPSequenceID.
 - if local DRPSequenceID is smaller than that in the RingCheck frame, the switch node shall take no further actions;
 - otherwise, the switch node shall change the local Blocking ring port state to the Forwarding state.
 - 2) if no RingCheck frame has been received, clear the corresponding bit in DRPDeviceState.
- e) After the DeviceAnnunciation frame is received, the switch node shall check if this frame was sent by the node itself, that is:
- 1) if the DeviceAnnunciation frame was sent by the node itself, the switch node shall stop forwarding the DeviceAnnunciation frame;
 - 2) otherwise, the switch node shall check if the DeviceAnnunciation frame is received during its Cycle:
 - i) if the DeviceAnnunciation frame is not received during its Cycle, the switch node shall take no further actions;

- ii) otherwise, the switch node shall assign an unused DRPSequenceID to the new switch node. Check if the new assigned DRPSequenceID is larger than current DRPDeviceNumber.
 - if the DRPSequenceID assigned is larger than current DRPDeviceNumber, the switch node shall increment the DRPDeviceNumber by 1, and send the RingChange frame as a multicast out of the two active ring ports.
 - otherwise, send the RingChange frame as a multicast out of the two active ring ports.
- f) After the RingChange frame is received, the switch node shall check if this frame was sent by the node itself, that is:
 - 1) if the RingChange frame was sent by the node itself, the switch node shall stop forwarding the RingChange frame;
 - 2) otherwise, the switch node shall set the local DRPDeviceNumber to the value of DRPDeviceNumber in the received frame. And check if the local DRPSequenceID is 0x00 and the local MAC address is equal to the RingChange frame.
 - i) if the local switch is the one to be configured, set the local DRPSequenceID to the values in the received frame.
 - ii) otherwise, it shall take no further actions.
- g) if the following condition is met:

$$\text{MOD}(\text{Local current time, Cycle}) == \text{Link Check SendTimeOffset} \quad (3)$$

Then it is time $t_{\text{LinkCheck}}$ to send the LinkCheck frame as a multicast out of the two active ring ports.

The switch which sent the LinkCheck frame shall do the following within the time Link Check Time Limit from the LinkCheck sending time $t_{\text{LinkCheck}}$,

- 1) if the switch node has received the LinkCheck frames from both its active ring ports, it shall take no further actions;
- 2) if the switch node has not received the LinkCheck frame from one ring port (for example Ring1Port1), it means that either the inter-switch link is faulty or the neighbour switch connected on this ring port is faulty, then
 - i) if the switch node is operating in a single ring network, it shall clear its FDB, and set this ring port (Ring1Port1) to the Blocking state. If another ring port (Ring1Port2) of this switch node operates in the Blocking state, it shall switch the states of both active ring ports immediately;
 - ii) if the switch node is operating in a double ring network, it shall clear its FDB and then check the corresponding standby ring port (for example Ring2Port1),
 - if its corresponding standby ring port (Ring2Port1) link is up, the switch shall set this standby ring port (Ring2Port1) state from the Disabled to the original state of the broken active ring port (Ring1Port1), and put the broken active ring port (Ring1Port1) into the Disabled state;
 - if its corresponding standby ring port (Ring2Port1) link is down, the switch shall set the broken ring port (Ring1Port1) to the Blocking. Then it shall send the LinkAlarm frame as a multicast out of the two active ring ports.
- 3) if the switch node has not received LinkCheck frames from either of the ring ports, it means that the switch is not connected to the ring anymore,
 - i) if the switch node is operating in a single ring network, it shall clear its own FDB, and set both its ring ports (Ring1Port1) to the Blocking state;
 - ii) if the switch node is operating in a double ring network, it shall clear its FDB and then check the corresponding standby ring port (for example Ring2Port1),
 - if its corresponding standby ring port (Ring2Port1) link is up, the switch shall set this standby ring port (Ring2Port1) state from the Disabled to the

original state of the broken active ring port (Ring1Port1), and put the broken active ring port (Ring1Port1) into the Disabled state;

- if its corresponding standby ring port (Ring2Port1) link is down, the switch shall set the broken ring port (Ring1Port1) to the Blocking. Then it shall send the LinkAlarm frame as a multicast out of the two active ring ports.

NOTE When the local switch detects an inter-switch link fault, the neighbour switch takes the corresponding actions to recover the fault.

- h) After the LinkAlarm frame is received, the switch node shall check if the LinkAlarm frame was sent by the node itself: if yes, the switch node shall not forward this LinkAlarm frame; otherwise the switch node shall clear its own FDB and forward this LinkAlarm to another ring port, and
 - 1) if local switch node has not detected any inter-switch link or neighbour switch fault, it shall set both ring ports to the Forwarding state;
 - 2) if local switch node has not detected any inter-switch link or neighbour switch fault, and has a Blocking ring port, it shall change this ring port from the Blocking state into the Forwarding state;
 - 3) if local switch node has detected an inter-switch link fault or a neighbour switch fault, and has a Blocking ring port, then
 - i) if its DRPSequenceID is smaller than the one in the LinkAlarm frame, it shall take no action;
 - ii) otherwise, the local switch node shall set the Blocking ring port to the Forwarding state.
- i) During its Cycle, the switch node shall check the number of the LinkAlarm frames received,
 - 1) if local switch node received two LinkAlarm frames during its Cycle, it shall put the smaller DRPSequenceID from the two LinkAlarm frames into the LinkChange frame and shall send this LinkChange frame as a multicast out of the two active ring ports;
 - 2) if local switch node received only one LinkAlarm frame during its Cycle, it shall put the DRPSequenceID from the LinkAlarm frame into the LinkChange frame and shall send this LinkChange frame as a multicast out of the two active ring ports;
- j) After the LinkChange frame is received, the switch node shall check if this LinkChange frame was sent by the node itself, that is:
 - 1) if the LinkChange frame was sent by the node itself, the switch node shall stop forwarding the LinkChange frame;
 - 2) otherwise, the switch node shall forward the LinkChange frame, and then check,

does it have a Blocking ring port,

 - i) if the switch node does not have a Blocking ring port, the switch node shall take no further action;
 - ii) otherwise, the switch node shall check the local DRPSequenceID,
 - if the local DRPSequenceID is equal to the BLOCKINGPORT_DRPSequenceID in this LinkChange frame, the switch node shall take no further action;
 - otherwise, the switch node shall change the local ring port from Blocking into the Forwarding state.

5.3 Fault detection and recovery

5.3.1 General

There can be two types of network faults in the ring network: inter-switch link fault and switch node fault.

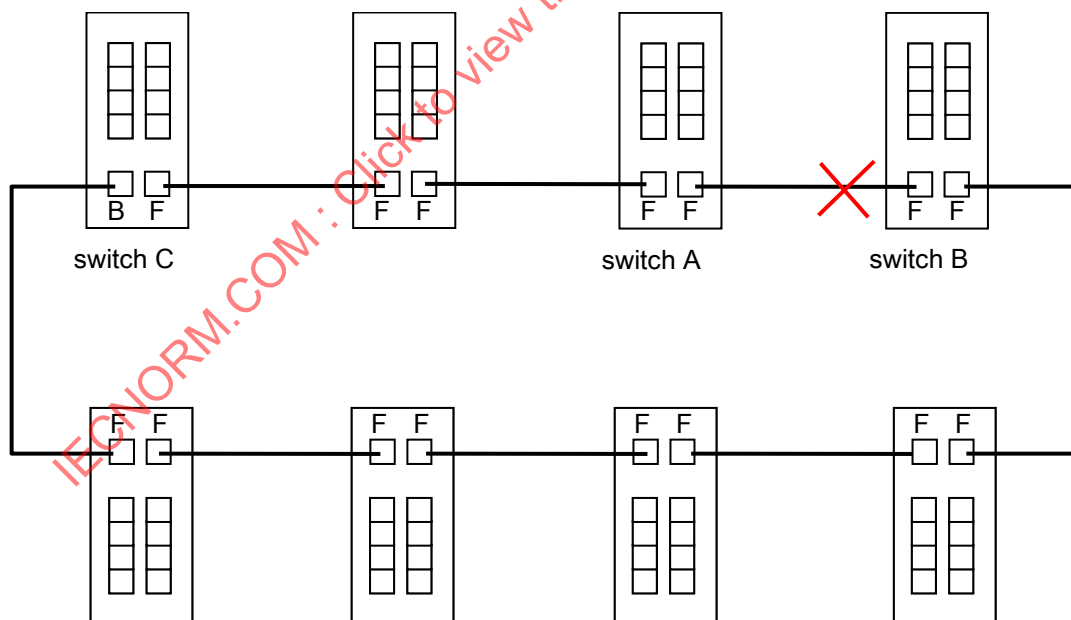
Within a Cycle (T), only one switch node shall multicast a RingCheck frame on its two active ring ports to test ring fault at the time Ring Check SendTimeOffset from the beginning of the Cycle. Then this switch node shall wait to receive these two RingCheck frames from the opposite active ring ports respectively (as shown in Figure 4). That is, if the RingCheck frame is sent out from one active ring port (for example Ring1Port1), it shall be taken back from the other active port (for example Ring1Port2) in the ring network, and vice versa in the other direction. If the RingCheck frames are received back from both active ring ports, it means that no ring fault occurred. Otherwise, it shall record this fault.

In a DRP network, the LinkCheck frame is defined to detect both the inter-switch link fault and the switch node fault. At the time LinkCheckSendOffset from the beginning of every Cycle, each switch node shall multicast the LinkCheck frame to its two neighbor switch nodes through its two active ring ports.

Each switch node shall receive the LinkCheck frames from its two neighbour switch nodes. If the switch node receives one LinkCheck frame from one of its active ring ports, it means the neighbour switch node connected to this ring port is OK. Otherwise, if any switch node does not receive the LinkCheck frame from one active ring port (for example Ring1Port2) within Link Check Time Limit from the LinkCheck sending time $t_{\text{LinkCheck}}$ (see Figure 4), it means that either the inter-switch link is faulty or its neighbour node is faulty.

5.3.2 Handling in a single ring network

For a single ring network (as shown in Figure 7), both switch A and B shall clear their FDBs, set the corresponding ring port state to the Blocking state, and then multicast the LinkAlarm frame reporting a fault, which could be an inter-switch link fault or a switch fault. The switch node (for example switch C) with one Blocking ring port shall set this Blocking ring port to the Forwarding state when receiving the LinkAlarm frame.



IEC 397/10

Figure 7 – Fault detection and recovery of single ring topology redundancy

The two switch nodes (switch A and B), which detected the fault, compare the DRPSequenceID in the LinkAlarm frame with the local DRPSequenceID. The switch node with the smaller local DRPSequenceID shall take no actions, and the other switch node shall set its Blocking ring port to the Forwarding state.

The switch node (for example, switch D), which sent the RingCheck frame within the same Cycle, shall multicast the LinkChange frame to notify topology change.

After the LinkChange frame is received, each switch node shall check its local DRPSequenceID with the BLOCKINGPort_DRPSequenceID in LinkChange frame. If they are different, the switch node shall set its Blocking ring port to Forwarding state.

Thus, the ring network recovers with only one Blocking ring port.

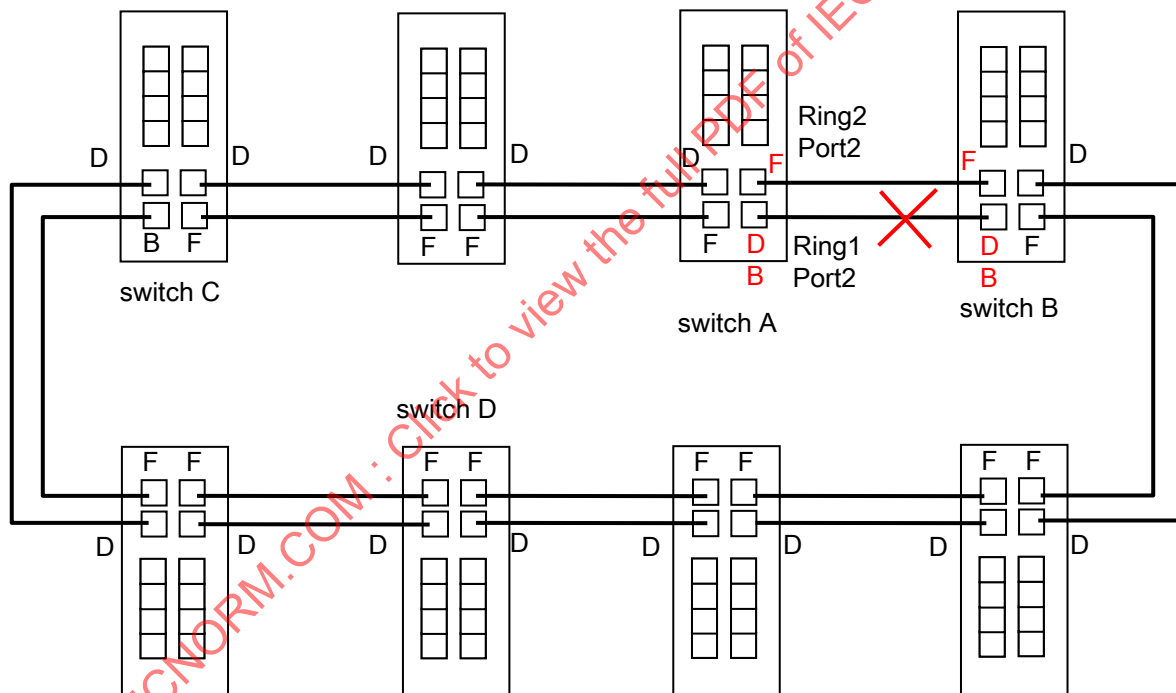
5.3.3 Handling in a double ring network

For a double ring network (as shown in Figure 8):

Switch A shall check the link state of the corresponding standby ring port (for example Ring2Port2), which shall be connected to switch B:

If Ring2Port2 ring port link is up and its state is in the Disabled state, switch A shall set it to the current state of ring port Ring1Port2. That means, if the state of Ring1Port2 was in the Forwarding state, the Ring2Port2 ring port shall be set to the Forwarding state, and vice versa, as shown in Figure 8.

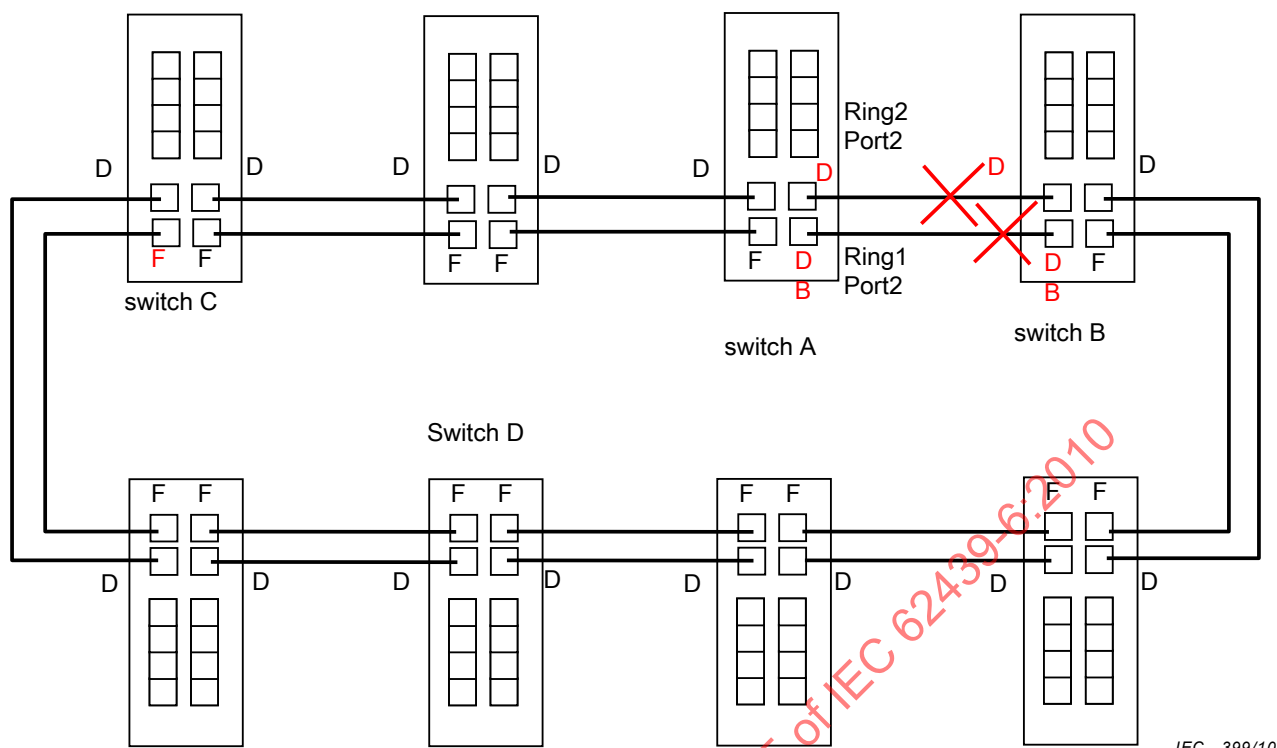
Meanwhile, switch A shall clear its FDBs and set ring port Ring1Port2 in the Disabled state.



IEC 398/10

Figure 8 – Single inter-switch link fault detection and recovery of double ring topology redundancy

If Ring2Port2 ring port link is down (as shown in Figure 9), Switch A shall clear its FDB, set the ring port (Ring1Port2) to the Blocking state and then multicast the LinkAlarm frame out of the two active ring ports to report an inter-switch link fault or a switch fault.



IEC 399/10

Figure 9 – Double inter-switch link fault detection and recovery of double ring topology redundancy

The switch node (for example switch C), which operated in the Blocking ring port, shall set this Blocking ring port to Forwarding state when receiving a LinkAlarm frame.

The two switch nodes (switch A and B), which detected the inter-switch link fault or neighbour switch node fault, shall compare their DRPSequenceIDs. The switch node with smaller DRPSequenceID shall take no actions. And the other switch node shall set its Blocking ring port to Forwarding state.

The switch node (for example switch D), which sent the RingCheck frame within the same Cycle, shall multicast the LinkChange frame to notify topology change.

After the LinkChange frame is received, each switch node shall check its DRPSequenceID with BLOCKINGPort_DRPSequenceID parameter in LinkChange frame. If they are different, the switch node shall set its Blocking ring port to Forwarding state.

Thus, the ring network recovers with only one Blocking ring port (as shown in Figure 9).

5.4 Repairing the inter-switch link fault

When a faulty inter-switch link is repaired and linked up, no action shall be taken by any switch node in the ring.

5.5 Repairing time synchronization fault

The grandmaster clock recovery shall be handled according to IEC 61588 (IEEE 1588).

When the time synchronization precision is worse than its specified TargetTimeSyncClass in DRP Class, the switch node shall multicast the LinkAlarm frame to report a synchronization fault.

The TargetTimeSyncClass in DRP class is set depending on the recovery time required. It is recommended that the TargetTimeSyncClass should be set according to Table 1.

Table 1 – Relationship between required recovery time and the TargetTimeSyncClass

Required Recovery time (ms)	TargetTimeSyncClass
100 000	1
10 000	2
1 000	3
100	4
10	5
1	6
0,1	7
0,01	8
0,001	9
0,000 1	10

5.6 Inserting a repaired switch node

When a switch node (for example switch B) powers on into a ring network after it is repaired, it shall initialize the states of its two active ring ports: the state of Ring1Port1 shall be Blocking while Ring1Port2 shall be Forwarding. Then this switch node shall synchronize its local clock with the grandmaster clock using the IEC 61588 (IEEE 1588) protocol.

Before the clock is synchronized, the inserted switch node shall receive the DRP frames from its two active ring ports but shall not send any DRP frames. When receiving a RingCheck frame which contains a Blocking ring port state, it shall compare its DRPSequenceID with that in the RingCheck frame. If its DRPSequenceID is smaller, the switch node shall take no action. Otherwise the switch node shall set its Blocking ring port to Forwarding state.

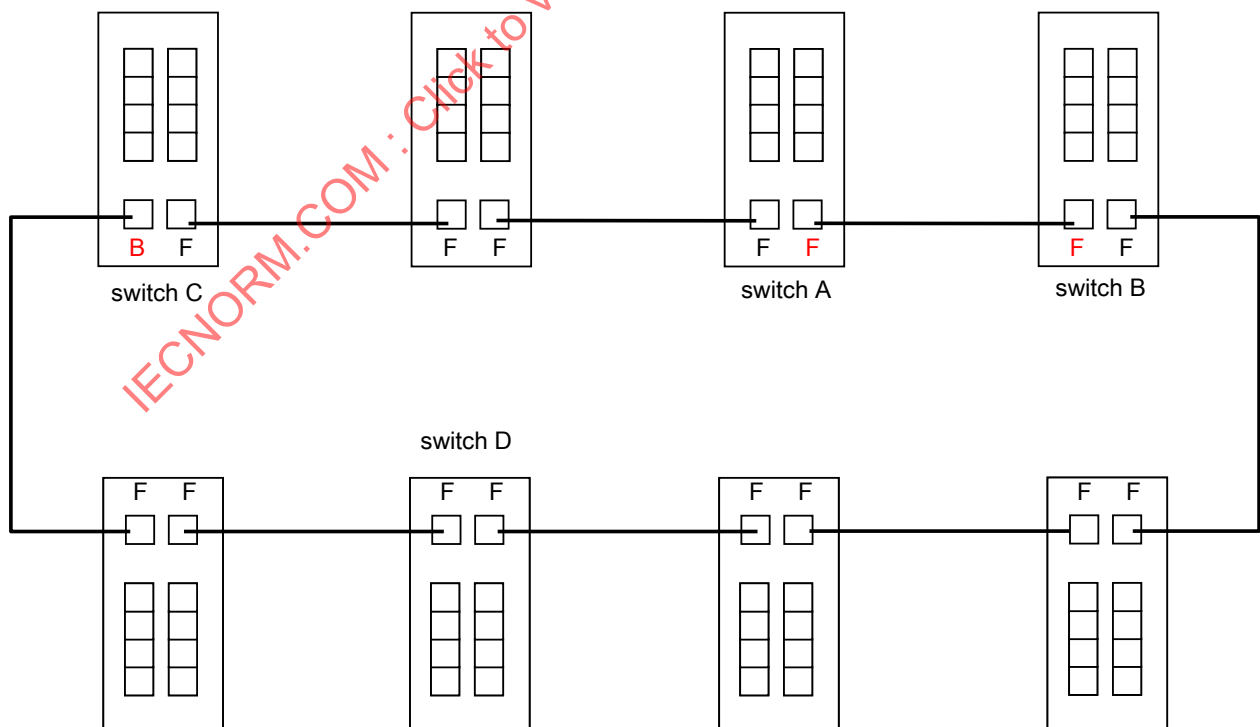


Figure 10 – Inserting a repaired switch node

IEC 400/10

Meanwhile, both of the neighbour switch nodes regard the repaired one (switch B) as a fault, and they shall act as described in 5.3.

After the inserted switch node (switch B) is synchronized, it can operate and send DRP frames as described in 5.2. Hereafter, each switch node shall compare its DRPSequenceID with that in the RingCheck frame whether this RingCheck frame contains a Blocking ring port. If its DRPSequenceID is smaller, the switch node shall take no action. Otherwise the switch node shall set the Blocking ring port to the Forwarding state (as shown in Figure 10).

5.7 Inserting a new switch node

When a switch node without configuration powers on into a ring network, it shall initialize the states of both its active ring ports: the state of Ring1Port1 shall be Blocking state while Ring1Port2 be Forwarding state. Then this switch node shall synchronize its clock with the grandmaster clock using the IEC 61588 (IEEE 1588) protocol.

Before the clock is synchronized, the inserted switch node shall not send any DRP frames. After the RingCheck frame is received from other switch node, the new switch node shall send the DeviceAnnunciation frame immediately.

After the DeviceAnnunciation frame is received during its Cycle, the switch node shall assign an unused DRPSequenceID to the new switch node. The switch node shall maintain the DRPDeviceNumber according the DRPSequenceID assigned, and send the RingChange frame immediately.

After receiving this RingChange frame, all switch nodes in the ring shall set its DRPDeviceNumber to the value of DRPDeviceNumber in the received frame.

In addition, the new switch node shall also set local DRPSequenceID to the value of DRPSequenceID in the received frame.

6 DRP class specification

The DRP ASE defines one object type as shown in table below.

The DRP class is described by the following template. The object of this class shall be resident in the DRP switch node.

ASE: Distributed redundancy ASE

CLASS: Distributed redundancy

CLASS ID: not used

PARENT CLASS: IEEE 802.3 and ISO/IEC/TR 8802-1 (IEEE 802.1) Distributed Redundancy Protocol

ATTRIBUTES:

1. (m) Key Attribute: DeviceID
2. (m) Attribute: ManufacturerName
3. (m) Attribute: DRPSequenceID
4. (m) Attribute: PD-Tag
5. (m) Attribute: Device MAC Address
6. (m) Attribute: DRPVersion
7. (m) Attribute: SoftwareVersion
8. (m) Attribute: HardwareVersion
9. (o) Attribute: VLAN ID
10. (m) Attribute: DRP Domain ID
11. (m) Attribute: Ring1 Port1 ID
12. (m) Attribute: Ring1 Port2 ID
13. (m) Attribute: Ring2 Port1 ID
14. (m) Attribute: Ring2 Port2 ID
15. (m) Attribute: Ring1 Port1 State
16. (m) Attribute: Ring1 Port2 State
17. (m) Attribute: Ring2 Port1 State
18. (m) Attribute: Ring2 Port2 State

- | | | | |
|-----|-----|------------|---------------------------|
| 19. | (m) | Attribute: | Leaf Link State |
| 20. | (m) | Attribute: | Cycle |
| 21. | (m) | Attribute: | Ring Check SendTimeOffset |
| 22. | (m) | Attribute: | Ring Check Time Limit |
| 23. | (m) | Attribute: | DRPDeviceNumber |
| 24. | (m) | Attribute: | Link Check SendTimeOffset |
| 25. | (m) | Attribute: | Link Check Time Limit |
| 26. | (m) | Attribute: | Ring State |
| 27. | (m) | Attribute: | SynchronizationClockType |
| 28. | (m) | Attribute: | TargetTimeSyncClass |
| 29. | (m) | Attribute: | DRPDeviceState |
| 30. | (m) | Attribute: | TransmissionDelay |

SERVICES:

- | | | | |
|---|-----|-------------|-------|
| 1 | (m) | OpsService: | Read |
| 2 | (m) | OpsService: | Write |

7 DRP attributes

DeviceID

This attribute defines a unique identifier for a switch node.

This attribute shall be preset only by the manufacturer when it is produced.

Data type: VisibleString[32]

ManufacturerName

This attribute defines the name of the manufacturer.

This attribute shall be preset only by the manufacturer when it is produced.

Data type: VisibleString[32]

DRPSequenceID

This key attribute defines a unique sequence number in a DRP redundancy domain for a switch node to transmit the RingCheck frame.

This attribute can be configured using application software by the end user or the RingChange frame. This value shall start at 0, and be increased by 1 from switch to switch. The default value of 0x00, which shall be preset when the switch node is produced, indicates that local switch node has no right to send the RingCheck frame.

Data type: Unsigned16

PD-Tag

This attribute is defined by the end user to describe the switch node in the system.

This attribute can be configured using the application software by the end user.

Data type: VisibleString[32]

Device MAC Address

This attribute defines the MAC address of a switch node. The Device MAC address shall be different from any port MAC address.

This attribute shall be preset by the manufacturer when it is produced.

Data type: OctetString[6]

DRPVersion

This attribute is defined for the DRP protocol version applied in local switch node.

This attribute shall be preset by the manufacturer when it is produced.

Data type: Unsigned16

SoftwareVersion

This attribute is defined by the manufacturer to designate the software version.

This attribute shall be preset by the manufacturer when it is produced.

Data type: Unsigned16

HardwareVersion

This attribute is defined by the manufacturer to designate the hardware version.
This attribute shall be preset by the manufacturer when it is produced.
Data type: Unsigned16

VLAN ID

This attribute contains the value for the VLAN identifier.
This attribute can be configured using the application software by the end user.
Data type: Unsigned16

DRP Domain ID

This attribute contains the value for the DRP redundancy domain identifier.
This attribute can be configured using the application software by the end user.
Data type: Unsigned16

Ring1 Port1 ID

This attribute specifies the port ID of ring port for Ring1 Port1 of the switch node.
Data type: Unsigned16

Ring1 Port2 ID

This attribute specifies the port ID of ring port for Ring1 Port2 of the switch node.
Data type: Unsigned16

Ring2 Port1 ID

This attribute specifies the port ID of ring port for Ring2 Port1 of the switch node.
Data type: Unsigned16

Ring2 Port2 ID

This attribute specifies the port ID of ring port for Ring2 Port2 of the switch node.
Data type: Unsigned16

Ring1 Port1 State

This attribute specifies the port state of Ring 1 Port 1:

0 = Disabled

1 = Blocking

2 = Forwarding

Data type: Unsigned8

Ring1Port1 shall be the active ring port and its value shall not be changed by the user.

Ring1 Port2 State

This attribute specifies the port state of Ring 1 Port 2:

0 = Disabled

1 = Blocking

2 = Forwarding

Data type: Unsigned8

Ring1Port2 shall be the active ring port and its value shall not be changed by the user.

Ring2 Port1 State

This attribute specifies the port state of Ring 2 Port 1:

0 = Disabled

1 = Blocking

2 = Forwarding

0xff = NON-EXISTENT

Others = reserved

Data type: Unsigned8

The initial value of Ring2Port1 shall be NON-EXISTENT. This attribute shall have no function in single ring topology.

Ring2 Port2 State

This attribute specifies the port state of Ring 2 Port 2:

0 = Disabled

1 = Blocking

2 = Forwarding

0xff = NON-EXISTENT

Others = reserved

Data type: Unsigned8

The initial value of Ring2Port2 shall be NON-EXISTENT. This attribute shall have no function in single ring topology.

Leaf Link State

This attribute describes the state of all leaf links of a switch node. One bit in this attribute maps to one leaf link of the switch node. This attribute is defined to report the link-up or link-down state for the leaf links of a switch node. The meaning for each bit is:

0 = LINKUP

1 = LINKDOWN

Data type: OctetString[8]

This attribute is changed by the switch node and shall not be written by the user.

Cycle

This attribute defines the communication period of each node.

This attribute shall be configured using application software by the end user. The initial value of 0xFFFFFFFFFFFFFFFF indicates that this attribute has not been configured.

Data type: TimeDifference

Ring Check SendTimeOffset

This attribute defines the time offset for a switch node to transmit the RingCheck frame from the beginning of a Cycle.

This attribute shall be configured using the application software by the end user. The initial value of 0xFFFFFFFFFFFFFFFF indicates that this attribute has not been configured.

Data type: Time Difference

Ring Check Time Limit

This attribute defines the time limit to assert network ring fault.

This attribute shall be configured using the application software by the end user. The initial value of 0xFFFFFFFFFFFFFFFF indicates that this attribute has not been configured.

Data type: Time Difference

DRPDeviceNumber

This attribute specifies the total number of DRP switch nodes connected in a redundancy domain.

This attribute shall be configured using the application software by the end user.

Data type: Unsigned16

Link Check SendTimeOffset

This attribute defines the time interval from the beginning of a Cycle for local switch node to send the LinkCheck frame.

This attribute shall be configured using the application software by the end user. The default value of 0xFFFFFFFFFFFFFFFF indicates that this attribute has not been configured.

Data type: Time Difference

Link Check Time Limit

This attribute defines the time limit for a switch node to assert an inter-switch link fault or a neighbour switch fault.

This attribute shall be configured using the application software by the end user. The default value of 0xFFFFFFFFFFFFFFFF indicates that this attribute has not been configured.

Data type: Time Difference

Ring State

This attribute specifies the ring state:

0 = CLOSED, if the switch node can receive its RingCheck frame;

1 = OPEN, if the switch cannot receive its RingCheck frame;

Data type: Unsigned8

This attribute is changed by the switch node and shall not be written by the end user.

SynchronizationClockType

This attribute specifies the type of clock synchronization:

0 = BOUNDARY

1 = TRANSPARENT

Others = reserved

Data type: Unsigned8

This attribute shall be configured using the application software by the end user. The default value of 0x00 indicates that this switch node uses BOUNDARY clock synchronization.

TargetTimeSyncClass

This attribute indicates the desired time synchronization precision supported by time client.

0 = no precision requirement;

1 = Time Synchronization precision <1 s;

2 = Time Synchronization precision <100 ms;

3 = Time Synchronization precision <10 ms;

4 = Time Synchronization precision <1 ms;

5 = Time Synchronization precision <100 µs;

6 = Time Synchronization precision <10 µs;

7 = Time Synchronization precision <1 µs;

8 = Time Synchronization precision <100 ns;

9 = Time Synchronization precision <10 ns;

10 = Time Synchronization precision <1 ns.

Data type: Unsigned32

This attribute shall be configured using the application software by the end user. This attribute is set depending on the system recovery time required. All DRP switches in a ring network must have the same TargetTimeSyncClass.

DRPDeviceState

This attribute defines the states of DRP switch nodes connected in a redundancy domain. One bit in this attribute maps to one switch node in the redundancy domain. This attribute is defined to record the work or fault state for the switch node. The meaning for each bit is:

0 = fault state

1 = work state

Data type: VisibleString[128]

This attribute is changed by the switch node and shall not be written by the end user.

TransmissionDelay

This attribute defines the transmission delay for the DRP frame in DRP switch node.

This attribute shall be configured using the application software by the end user. The default value of 0xFFFFFFFFFFFFFFF indicates that this attribute has not been configured.

Data type: Time Difference

8 DRP services

8.1 Read

This service is used to read the attributes of a DRP switch node.

The parameters of the Read service are specified in Table 2.

Table 2 – Parameters of Read service

Parameter name	Req	Ind	Rsp	Cnf
Argument	M			
MessageID	M	M(=)		
DeviceID	M	M(=)		
Result(+)				S
MessageID			M	M(=)

Parameter name	Req	Ind	Rsp	Cnf
ManufacturerName			M	M(=)
DRPSequenceID			M	M(=)
PD-Tag			M	M(=)
Device MAC Address			M	M(=)
DRPVersion			M	M(=)
SoftwareVersion			M	M(=)
HardwareVersion			M	M(=)
VLAN ID			M	M(=)
DRP Domain ID			M	M(=)
DRPSequenceID			M	M(=)
Ring1 Port1 ID			M	M(=)
Ring1 Port2 ID			M	M(=)
Ring2 Port1 ID			M	M(=)
Ring2 Port2 ID			M	M(=)
Ring1 Port 1 State			M	M(=)
Ring1 Port 2 State			M	M(=)
Ring2 Port 1 State			M	M(=)
Ring2 Port 2 State			M	M(=)
Leaf Link State			M	M(=)
Cycle			M	M(=)
Ring Check SendTimeOffset			M	M(=)
Ring Check Time Limit			M	M(=)
DRPDeviceNumber			M	M(=)
Link Check Send TimeOffset			M	M(=)
Link Check Time Limit			M	M(=)
Ring State			M	M(=)
SynchronizationClockType			M	M(=)
TargetTimeSyncClass			M	M(=)
DRPDeviceState			M	M(=)
TransmissionDelay			M	M(=)
Result(-)				S
MessageID			M	M(=)
DeviceID			M	M(=)
Fault Code			M	M(=)
NOTE For the meaning of Req, Ind, Rsp, Cnf, M, U and S, refer to ISO/IEC 10164-1.				

Argument

The argument contains the parameters of the service request.

MessageID

This parameter contains the number of times this service has been invoked since power on. Each time this service is invoked, the value of this parameter is incremented by 1.

DeviceID

This parameter contains the DeviceID of the switch node.

ManufacturerName

This parameter contains the name of the manufacturer of the switch node.

DRPSequenceID

This parameter contains the DRPSequenceID of the switch node.

PD-Tag

This parameter contains the PD-Tag of the switch node.

Device MAC Address

This parameter contains the MAC address of the switch node.

DRPVersion

This parameter contains the DRPVersion of the switch node.

SoftwareVersion

This parameter contains the Software Version of the switch node.

HardwareVersion

This parameter contains the Hardware Version of the switch node.

VLAN ID

This parameter contains VLAN identifier of the switch node.

DRP Domain ID

This parameter contains the value for the DRP redundancy domain identifier.

Ring1 Port1 ID

This parameter contains the preset port ID of ring port for Ring1 Port1 of the switch node.

Ring1 Port2 ID

This parameter contains the preset port ID of ring port for Ring1 Port2 of the switch node.

Ring2 Port1 ID

This parameter contains the preset port ID of ring port for Ring2 Port1 of the switch node.

Ring2 Port2 ID

This parameter contains the preset port ID of ring port for Ring2 Port2 of the switch node.

Ring1 Port 1 State

This parameter contains the ring port state of Ring 1 Port 1.

Ring1 Port 2 State

This parameter contains the ring port state of Ring 1 Port 2.

Ring2 Port 1 State

This parameter contains the ring port state of Ring 2 Port 1.

Ring2 Port 2 State

This parameter contains the ring port state of Ring 2 Port 2.

Leaf Link State

This parameter contains the link up or link down state of each leaf link of the switch node.

Cycle

This parameter contains the value of Cycle of the node.

Ring Check SendTimeOffset

This parameter contains the value of Ring Check SendTimeOffset attribute of the switch node.

Ring Check Time Limit

This parameter contains the value of Ring Check Time Limit attribute of the switch node.

DRPDeviceNumber

This parameter contains the value of DRPDeviceNumber attribute of the switch node.

Link Check SendTimeOffset

This parameter contains the value of Link Check SendTimeOffset attribute of the switch node.

Link Check Time Limit

This parameter contains the value of Link Check Time Limit attribute of the switch node.

Ring State

This parameter contains the value of Ring State attribute of the switch node.

SynchronizationClockType

This parameter contains the value of SynchronizationClockType attribute of the switch node.

TargetTimeSyncClass

This parameter contains the value of time synchronization precision supported by time client.

DRPDeviceState

This parameter specifies the states of DRP switch nodes connected in a redundancy domain.

TransmissionDelay

This parameter specifies the transmission delay for the DRP frame in DRP switch node.

Fault Code

This parameter specifies the type of fault.

8.2 Write

This service is used to configure the attributes of a DRP switch node.

The parameters of the service are specified in Table 3.

Table 3 – Parameters of Write service

Parameter name	Req	Ind	Rsp	Cnf
Argument	M			
MessageID	M	M(=)		
DeviceID	M	M(=)		
DRPSequenceID	M	M(=)		
PD-Tag	M	M(=)		
DRP Domain ID	M	M(=)		
VLAN ID	M	M(=)		
Ring1 Port1 ID	M	M(=)		
Ring1 Port2 ID	M	M(=)		
Ring2 Port1 ID	M	M(=)		
Ring2 Port2 ID	M	M(=)		
Ring2 Port 1 State	M	M(=)		
Ring2 Port 2 State	M	M(=)		
Cycle	M	M(=)		
Ring Check Send TimeOffset	M	M(=)		
Ring Check Time Limit	M	M(=)		
DRPDeviceNumber	M	M(=)		
Link Check Send TimeOffset	M	M(=)		
Link Check Time Limit	M	M(=)		
SynchronizationClockType	M	M(=)		

Parameter name	Req	Ind	Rsp	Cnf
TargetTimeSyncClass	M	M(=)		
TransmissionDelay	M	M(=)		
Result(+)				S
MessageID			M	M(=)
DeviceID			M	M(=)
Result(-)				S
MessageID			M	M(=)
DeviceID			M	M(=)
Fault Code			M	M(=)
NOTE For the meaning of Req, Ind, Rsp, Cnf, M, U and S, refer to ISO/IEC 10164-1.				

Argument

The argument contains the parameters of the service request.

MessageID

This parameter contains the number of times this service has been invoked since power on. Each time this service is invoked, the value of this parameter is incremented by 1.

DeviceID

This parameter contains the DeviceID of the switch node.

DRPSequenceID

This parameter contains the DRPSequenceID of the switch node.

PD-Tag

This parameter contains the preset value of PD-Tag for the switch node.

DRP Domain ID

This parameter contains the preset value of DRP Domain ID for the switch node.

VLAN ID

This parameter contains the preset value of VLAN ID for the switch node.

Ring1 Port1 ID

This parameter contains the preset port ID of ring port for Ring1 Port1 of the switch node.

Ring1 Port2 ID

This parameter contains the preset port ID of ring port for Ring1 Port2 of the switch node.

Ring2 Port1 ID

This parameter contains the preset port ID of ring port for Ring2 Port1 of the switch node.

Ring2 Port2 ID

This parameter contains the preset port ID of ring port for Ring2 Port2 of the switch node.

Ring2 Port 1 State

This parameter contains the preset value of ring port state for Ring2 Port 1 of the switch node.

Ring2 Port 2 State

This parameter contains the preset value of ring port state for Ring2 Port 2 of the switch node.

Cycle

This parameter contains the value of Cycle of the switch.

Ring Check SendTimeOffset

This parameter contains the preset value of Ring Check SendTimeOffset for the switch node.

Ring Check Time Limit

This parameter contains the preset value of Ring Check Time Limit for the switch node.

DRPDeviceNumber

This parameter contains the preset value of DRP Device Number for the switch node.

Link Check SendTimeOffset

This parameter contains the preset value of Link Check SendTimeOffset for the switch node.

Link Check Time Limit

This parameter contains the preset value of Link Check Time Limit for the switch node.

SynchronizationClockType

This parameter contains the preset value of SynchronizationClockType for the switch node.

TargetTimeSyncClass

This parameter contains the value of time synchronization precision supported by time client.

TransmissionDelay

This parameter specifies the transmission delay for the DRP frame in DRP switch node.

Fault Code

This parameter specifies the type of fault.

9 DRP protocol specification

9.1 Basic types encoding

The data types shall be encoded as in IEC 61158 series.

9.2 ErrorDescription encoding

The type ErrorDescription consists of an Error Type and an Error Code field.

```
{
Unsigned8  Error Type;
Unsigned8  Error Code;
}
```

The Error Type field is encoded as an Unsigned8, its value represents the error class. The value of this field is specified in Table 4.

Table 4 – Error Type definition

Value (hexadecimal)	Meaning	Usage
0x00	Read/Write Service Error	mandatory
0x01	Link Fault in Ring	mandatory
0x02	No synchronization	mandatory
0x03 – 0xFF	Reserved	

The Error Code field is encoded as an Unsigned8, it gives a more concrete error description. This field shall be encoded with the values according to Table 5.

Table 5 – Error Code definition

Value (hexadecimal)	Meaning	Usage
0x00	memory-unavailable	mandatory
0x01	object-state-conflict	mandatory
0x02	object-constraint-conflict	mandatory
0x03	parameter-inconsistent	mandatory
0x04	illegal-parameter	mandatory
0x05	Size Error	mandatory
0x06	LinkDown	mandatory
0x07	LinkCheck timeout	mandatory
0x08 – 0xFF	Reserved	

9.3 Encoding of DRP Class

The Encoding of DRP Class is specified in Table 6.

Table 6 – Definition of DRP Class

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Octet length	Description
1	DeviceID	OctetString	0	32	unique identifier for the switch node
2	ManufacturerName	OctetString	32	32	name of the manufacturer
3	DRPSequenceID	Unsigned16	64	2	unique sequence number in a DRP redundancy domain for a switch node to transmit RingCheck frame
4	PD-Tag	OctetString	66	32	description for switch node
5	Device MAC Address	OctetString	98	6	MAC address of the switch node
6	DRPVersion	Unsigned16	104	2	DRP protocol version applied in local switch node
7	SoftwareVersion	Unsigned16	106	2	software version of local switch node
8	HardwareVersion	Unsigned16	108	2	hardware version of the switch node
9	VLAN ID	Unsigned16	110	2	value for the VLAN identifier
10	DRP Domain ID	Unsigned16	112	2	DRP redundancy domain identifier
11	Ring1 Port1 ID	Unsigned16	114	2	port ID of Ring 1 Port 1
12	Ring1 Port2 ID	Unsigned16	116	2	port ID of Ring 1 Port 2
13	Ring2 Port1 ID	Unsigned16	118	2	port ID of Ring 2 Port 1
14	Ring2 Port2 ID	Unsigned16	120	2	port ID of Ring 2 Port 2
15	Ring1 Port1 State	Unsigned8	122	1	state of Ring 1 Port 1
16	Ring1 Port2 State	Unsigned8	123	1	state of Ring 1 Port 2
17	Ring2 Port1 State	Unsigned8	124	1	state of Ring 2 Port 1
18	Ring2 Port2 State	Unsigned8	125	1	state of Ring 2 Port 2
19	Leaf Link State	OctetString	126	8	all leaf links state of the switch node
20	Cycle	Time Difference	134	8	communication period of the redundancy domain

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Octet length	Description
21	Ring Check SendTimeOffset	Time Difference	142	8	time offset for a switch node to transmit the RingCheck frame from the beginning of a Cycle
22	Ring Check Time Limit	Time Difference	150	8	time limit to assert network ring fault
23	DRPDeviceNumber	Unsigned16	158	2	total number of DRP switch nodes in a redundancy domain
24	Link Check SendTimeOffset	Time Difference	160	8	time interval from the beginning of a Cycle for local switch node to send the LinkCheck frame
25	Link Check Time Limit	Time Difference	168	8	time limit for a switch node to assert an inter-switch link fault or a neighbour switch fault
26	Ring State	Unsigned8	176	1	ring state
27	SynchronizationClockType	Unsigned8	177	1	type of clock synchronization
28	TargetTimeSyncClass	Unsigned32	178	4	required synchronization precision as to the time client
29	DRPDeviceState	VisibleString128	182	128	the states of DRP switch nodes connected in a redundancy domain
30	TransmissionDelay	Time Difference	310	8	transmission delay for the DRP frame in DRP switch node

9.4 PDU description

9.4.1 Encoding of DRP DLPDU

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

The IEEE Organizationally Unique Identifier for DRP is 01-15-4E. It shall be set according to Table 7.

Table 7 – DRP 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 DRP-PDUs, the destination address value shall be set according to Table 8.

Table 8 – DRP MulticastMACAddress

Value OUI (Multicast) (hexadecimal)	Value ExtensionIdentifier (hexadecimal)	Meaning
01-15-4E	00-03-00	Reserved
01-15-4E	00-03-01	Multicast MAC address used for DRP RingCheck LinkCheck, LinkAlarm, LinkChange, DeviceAnnunciation, RingChange frames
01-15-4E	00-03-02 to 00-03-FF	Reserved

9.4.2 Encoding of DLSDU

The encoding and decoding of the fields in DLSDU shall be according to IEEE 802.1Q. The DRP DLSDU is encoded as specified in Table 9.

Table 9 – Encoding of DLSDU

VLAN	LT	DRP PDU
------	----	---------

The VLAN field can be omitted in case of optimized transfer. 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.

9.4.3 Encoding of VLAN

The encoding and decoding of the fields in VLAN shall be according to IEEE 802.1Q. The VLAN field is optional for DRP. The priority of VLAN shall be set to 7 for DRP frames.

9.4.4 Ethertype

The LT field shall be encoded as data type of Unsigned16 with the value set to 0x8907.

9.4.5 Encoding of DRP PDU

The DRP PDU shall be encoded as specified in Table 10.

Table 10 – Encoding of DRP PDU

Version	DRP_Type	Length	MessageID	DRP_DATA
---------	----------	--------	-----------	----------

The Version field shall be the DRP protocol version applied in this switch node as data type of Unsigned8.

The DRP_Type field shall be encoded as data type of Unsigned8. It is defined to identify the DRP frames. This field shall be encoded with the values according to Table 11.

Table 11 – DRP_Type definition

Value (hexadecimal)	Meaning	Usage
0x00	RingCheck	mandatory
0x01	LinkCheck	mandatory
0x02	LinkAlarm	mandatory

0x03	LinkChange	mandatory
0x04	Read.req frame	mandatory
0x05	Read.rsp(+) frame	mandatory
0x06	Read.rsp(-) frame	mandatory
0x07	Write.req frame	mandatory
0x08	Write.rsp(+) frame	mandatory
0x09	Write.rsp(-) frame	mandatory
0x0A	DeviceAnnunciation frame	mandatory
0x0B	RingChange frame	mandatory
0x0C – 0xFF	Reserved	

The Length contains the size of `DRP_DATA` in octets as data type of Unsigned16.

The MessageID shall be encoded as data type of Unsigned16. It is used to identify the duplication of `DRP` frames in the ring. For each switch node, the value of MessageID shall start at 1, and shall be incremented by 1.

`DRP_DATA` contains the data of `DRP` frames, specified in 9.4.6.

9.4.6 Encoding of `DRP_DATA`

9.4.6.1 Encoding of RingCheck

The RingCheck frame is encoded as specified in Table 12.

Table 12 – Encoding of RingCheck frame

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Octet length	Description
1	DeviceID	OctetString	0	32	unique identifier for the switch node
2	ManufacturerName	OctetString	32	32	name of the manufacturer
3	DRPSequenceID	Unsigned16	64	2	unique sequence number in a <code>DRP</code> redundancy domain for a switch node to transmit the RingCheck frame
4	PD-Tag	OctetString	66	32	description for switch node
5	Device MAC Address	OctetString	98	6	MAC address of the switch node
6	SoftwareVersion	Unsigned16	104	2	software version of the switch node
7	HardwareVersion	Unsigned16	106	2	hardware version of the switch node
8	VLAN ID	Unsigned16	108	2	value for the VLAN identifier
9	DRP Domain ID	Unsigned16	110	2	<code>DRP</code> redundancy domain identifier
10	Ring1 Port1 State	Unsigned8	112	1	state of Ring 1 Port 1
11	Ring1 Port2 State	Unsigned8	113	1	state of Ring 1 Port 2
12	Ring2 Port1 State	Unsigned8	114	1	state of Ring 2 Port 1

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Octet length	Description
13	Ring2 Port2 State	Unsigned8	115	1	state of Ring 2 Port 2
14	Leaf Link State	OctetString	116	8	all leaf links state of the switch node
15	Cycle	Time Difference	124	8	communication period of the redundancy domain
16	Ring Check SendTimeOffset	Time Difference	132	8	time offset for a switch node to transmit the RingCheck frame from the beginning of a Cycle
17	Ring Check Time Limit	Time Difference	140	8	time limit to assert network ring fault
18	DRPDeviceNumber	Unsigned16	148	2	total number of DRP switch nodes in a redundancy domain
19	Link Check SendTimeOffset	Time Difference	150	8	time interval from the beginning of a Cycle for local switch node to send the LinkCheck frame
20	Link Check Time Limit	Time Difference	158	8	time limit for a switch node to assert an inter-switch link fault or a neighbour switch fault
21	Ring State	Unsigned8	166	1	ring state
22	SynchronizationClockType	Unsigned8	167	1	type of clock synchronization
23	TargetTimeSyncClass	Unsigned32	168	4	required synchronization precision as to the time client
24	TransmissionDelay	Time Difference	172	8	transmission delay for the DRP frame in DRP switch node

9.4.6.2 Encoding of DeviceAnnunciation

The DeviceAnnunciation frame is encoded as specified in Table 13.

Table 13 – Encoding of DeviceAnnunciation frame

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Octet length	Description
1	DeviceID	OctetString	0	32	unique identifier for the switch node
2	ManufacturerName	OctetString	32	32	name of the manufacturer
3	PD-Tag	OctetString	64	32	description for switch node
4	Device MAC Address	OctetString	96	6	MAC address of the switch node
5	SoftwareVersion	Unsigned16	102	2	software version of the switch node
6	HardwareVersion	Unsigned16	104	2	hardware version of the switch node
7	VLAN ID	Unsigned16	106	2	value for the VLAN identifier
8	DRP Domain ID	Unsigned16	108	2	DRP redundancy domain identifier

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Octet length	Description
9	Ring1 Port1 State	Unsigned8	110	1	state of Ring 1 Port 1
10	Ring1 Port2 State	Unsigned8	111	1	state of Ring 1 Port 2
11	Ring2 Port1 State	Unsigned8	112	1	state of Ring 2 Port 1
12	Ring2 Port2 State	Unsigned8	113	1	state of Ring 2 Port 2
13	Leaf Link State	OctetString	114	8	all leaf links state of the switch node
14	Cycle	Time Difference	122	8	communication period of the redundancy domain
15	Ring Check SendTimeOffset	Time Difference	130	8	time offset for a switch node to transmit the RingCheck frame from the beginning of a Cycle
16	Ring Check Time Limit	Time Difference	138	8	time limit to assert network ring fault
17	Link Check SendTimeOffset	Time Difference	146	8	time interval from the beginning of a Cycle for local switch node to send the LinkCheck frame
18	Link Check Time Limit	Time Difference	154	8	time limit for a switch node to assert an inter-switch link fault or a neighbour switch fault
19	Ring State	Unsigned8	162	1	ring state
20	SynchronizationClockType	Unsigned8	163	1	type of clock synchronization
21	TargetTimeSyncClass	Unsigned32	164	4	required synchronization precision as to the time client
22	TransmissionDelay	Time Difference	168	8	transmission delay for the DRP frame in DRP switch node

9.4.6.3 Encoding of RingChange

The RingChange frame is coded as shown in Table 14.

Table 14 – Encoding of RingChange frame

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Octet length	Description
1	DeviceID	OctetString	0	32	unique identifier for the switch node
2	DRP Domain ID	Unsigned16	32	2	DRP redundancy domain identifier for local switch node
3	DRPDeviceNumber	Unsigned16	34	2	total number of DRP switch nodes in a redundancy domain
4	New Device MAC Address	OctetString	36	6	MAC address of new insert switch node
5	New Device DRPSequenceID	Unsigned16	42	2	DRPSequenceID of new insert switch node
6	Cycle	Time Difference	44	8	communication period of the redundancy domain

9.4.6.4 Encoding of LinkCheck

The LinkCheck frame is coded as shown in Table 15.

Table 15 – Encoding of LinkCheck frame

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Octet length	Description
1	DeviceID	OctetString	0	32	unique identifier for the switch node
2	DRP Domain ID	Unsigned16	32	2	DRP redundancy domain identifier for local switch node
3	Ring1 Port1 State	Unsigned8	34	1	state of Ring 1 Port 1 of local switch node
4	Ring1 Port2 State	Unsigned8	35	1	state of Ring 1 Port 2 of local switch node
5	Ring2 Port1 State	Unsigned8	36	1	state of Ring 2 Port 1 of local switch node
6	Ring2 Port2 State	Unsigned8	37	1	state of Ring 2 Port 2 of local switch node

9.4.6.5 Encoding of LinkAlarm

The LinkAlarm frame is encoded as specified in Table 16.

Table 16 – Encoding of LinkAlarm frame

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Octet length	Description
1	DeviceID	OctetString	0	32	unique identifier for the switch node
2	DRP Domain ID	Unsigned16	32	2	DRP redundancy domain identifier for local switch node
3	Ring1 Port1 State	Unsigned8	34	1	state of Ring 1 Port 1 of local switch node
4	Ring1 Port2 State	Unsigned8	35	1	state of Ring 1 Port 2 of local switch node
5	Ring2 Port1 State	Unsigned8	36	1	state of Ring 2 Port 1 of local switch node
6	Ring2 Port2 State	Unsigned8	37	1	state of Ring 2 Port 2 of local switch node
7	Fault Code	ErrorDescription	38	2	identifier of fault , see 9.2

9.4.6.6 Encoding of LinkChange

The LinkCheck frame is encoded as specified in Table 17.

Table 17 – Encoding of LinkChange frame

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Octet length	Description
1	DRP Domain ID	Unsigned16	0	2	DRP redundancy domain identifier for local switch node
2	DeviceID	OctetString	2	32	unique identifier for the switch node
3	BLOCKINGPORT_ DRPSequenceID	Unsigned16	34	2	DRPSequenceID of switch node which shall keep a ring port in Blocking state
4	Fault Code	ErrorDescription	36	2	identifier of fault, see 9.2
5	Ring Check SendTimeOffset	Time Difference	38	8	time offset for a switch node to transmit the RingCheck frame from the beginning of a Cycle
6	Link Check SendTimeOffset	Time Difference	46	8	time interval from the beginning of a Cycle for local switch node to send the LinkCheck frame

9.4.7 Encoding of Read Service

9.4.7.1 Read request primitive

Read request parameters are encoded as specified in Table 18.

Table 18 – Encoding of Read Request

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Octet length	Description
1	DeviceID	OctetString	0	32	unique identifier for the switch node

9.4.7.2 Read positive response primitive

Read positive response parameters are encoded as specified in Table 19.

Table 19 – Encoding of Read Service Positive Response

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Octet length	Description
1	ManufacturerName	OctetString	0	32	name of the manufacturer
2	DRPSequenceID	Unsigned16	32	2	unique sequence number in a DRP redundancy domain for a switch node to transmit the RingCheck frame
3	PD-Tag	OctetString	34	32	description for the switch node
4	Device MAC Address	OctetString	66	6	MAC address of local switch node
5	DRPVersion	Unsigned16	72	2	DRP protocol version applied in local switch node
6	SoftwareVersion	Unsigned16	74	2	software version applied in local switch node
7	HardwareVersion	Unsigned16	76	2	hardware version applied in local switch node
8	VLAN ID	Unsigned16	78	2	value for the VLAN identifier
9	DRP Domain ID	Unsigned16	80	2	DRP redundancy domain identifier
10	DRPSequenceID	Unsigned16	82	2	unique sequence number in a DRP redundancy domain for a switch node to transmit the RingCheck frame
11	Ring1 Port1 ID	Unsigned16	84	2	port ID of Ring 1 port 1 of local switch node
12	Ring1 Port2 ID	Unsigned16	86	2	port ID of Ring 1 port 2 of local switch node
13	Ring2 Port1 ID	Unsigned16	88	2	port ID of Ring 2 port 1 of local switch node
14	Ring2 Port2 ID	Unsigned16	90	2	port ID of Ring 2 port 2 of local switch node
15	Ring1 Port1 State	Unsigned8	92	1	port state of Ring 1 port 1 of local switch node
16	Ring1 Port2 State	Unsigned8	93	1	port state of Ring 1 port 2 of local switch node
17	Ring2 Port1 State	Unsigned8	94	1	port state of Ring 2 port 1 of local switch node
18	Ring2 Port2 State	Unsigned8	95	1	port state of Ring 2 port 2 of local switch node
19	Leaf Link State	OctetString	96	8	all leaf links states of local switch node
20	Cycle	Time Difference	94	8	communication macro period of redundancy domain

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Octet length	Description
21	Ring Check SendTimeOffset	Time Difference	102	8	time offset for a switch node to transmit the RingCheck frame from the beginning of a Cycle
22	Ring Check Time Limit	Time Difference	110	8	time limit to assert network ring fault
23	DRPDeviceNumber	Unsigned16	118	2	total number of DRP switch nodes in a redundancy domain
24	Link Check SendTimeOffset	Time Difference	120	8	time interval from the beginning of a Cycle for local switch node to send the LinkCheck frame
25	Link Check Time Limit	Time Difference	128	8	time limit for a switch node to assert an inter-switch link fault or a neighbour switch fault
26	Ring State	Unsigned8	136	1	ring state
27	SynchronizationClockType	Unsigned8	137	1	type of time synchronization
28	TargetTimeSyncClass	Unsigned32	138	4	required synchronization precision as to the time client
29	DRPDeviceState	VisibleString128	142	128	the states of DRP switch nodes connected in a redundancy domain
30	TransmissionDelay	Time Difference	270	8	transmission delay for the DRP frame in DRP switch node

9.4.7.3 Read negative response primitive

Negative positive response parameters are encoded as specified in Table 20.

Table 20 – Encoding of Read Service Negative Response

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Octet length	Description
1	DeviceID	OctetString	0	32	unique identifier for the switch node
2	Fault Code	ErrorDescription	32	2	identifier of fault, see 9.2

9.4.8 Encoding of Write Service primitives

9.4.8.1 Write request primitive

Write request parameters are encoded as specified in Table 21.

Table 21 – Encoding of Write Request

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Octet length	Description
1	DeviceID	OctetString	0	32	unique identifier for the switch node
2	PD-Tag	Unsigned16	32	2	description for switch node
4	VLAN ID	Unsigned16	34	2	value for the VLAN identifier
6	Ring1 Port1 ID	Unsigned16	36	2	port ID of Ring 1 port 1
7	Ring1 Port2 ID	Unsigned16	38	2	port ID of Ring 1 port 2
8	Ring2 Port1 ID	Unsigned16	40	2	port ID of Ring 2 port 1
9	Ring2 Port2 ID	Unsigned8	42	2	state of Ring 2 port 2
10	Ring2 Port1 State	Unsigned8	44	1	state of Ring 2 port 1
11	Cycle	Unsigned8	45	1	state of Ring 2 port 2
12	Cycle	Time Difference	46	8	communication period of the redundancy domain
13	Ring Check Time Limit	Time Difference	54	8	time limit to assert network ring fault
14	DRPDeviceNumber	Unsigned16	62	8	time limit to assert network ring fault
15	Link Check Time Limit	Time Difference	70	8	time limit for a switch node to assert an inter-switch link fault or a neighbor switch fault
16	TargetTimeSyncClass	Unsigned8	78	1	required synchronization
17	TransmissionDelay	Time Difference	79	8	transmission delay for the DRP frame in DRP switch node

9.4.8.2 Write positive response primitive

Write positive response parameters are encoded as specified in Table 22.

Table 22 – Encoding of Write Service Positive Response

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Octet length	Description
1	DeviceID	OctetString	0	32	unique identifier for the switch node

9.4.8.3 Write negative response primitive

Write negative response parameters are encoded as specified in Table 23.

Table 23 – Encoding of Write Service Negative Response

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Octet length	Description
1	DeviceID	OctetString	0	32	unique identifier for the switch node
2	Fault Code	ErrorDescription	32	2	identifier of fault, see 9.2

9.5 Protocol machine

9.5.1 Switch node states description

Each DRP switch node has seven states: Power_On, Unsynchronized, Ready, S_State1, S_State2, D_State1, D_State2:

- **Power_On**
In this state, Ring1Port1 shall be put in the Blocking state and Ring1Port2 shall be Forwarding state. The DRP object is not yet configured.
- **Unsynchronized**
The DRP object has been configured. The switch node is under clock synchronization.
In this state, the switch node shall not transmit any DRP frames.
- **Ready**
Local clock is synchronized. The switch node is waiting to join a DRP network.
In this state, the switch node shall only transmit the DeviceAnnunciation frame.
- **S_State1**
The switch node is operating in single ring. Both standby ring ports (Ring2Port1 and Ring2Port2) do not exist. That is, the states of these two standby ring ports are NON-EXISTENT.
In this state, both active ring ports are operating in the Forwarding states.
- **S_State2**
The switch node is operating in single ring. Both standby ring ports (Ring2Port1 and Ring2Port2) do not exist. That is, the states of these two standby ring ports are NON-EXISTENT.
In this state, one ring port is operating in the Forwarding state; the other ring port is operating in Blocking state.
- **D_State1**
The switch node is operating in double ring. Two ring ports are operating in the Disabled state. And the other two ring ports are operating in the Forwarding states.
- **D_State2**
The switch node is operating in double ring. Two ring ports are operating in the Disabled state. And the other two ring ports of switch node are working in the Forwarding and the Blocking states respectively.

9.5.2 Protocol State Machine description

The DRP protocol machine is shown in Figure 11.

The formal specification is described in Table 24.

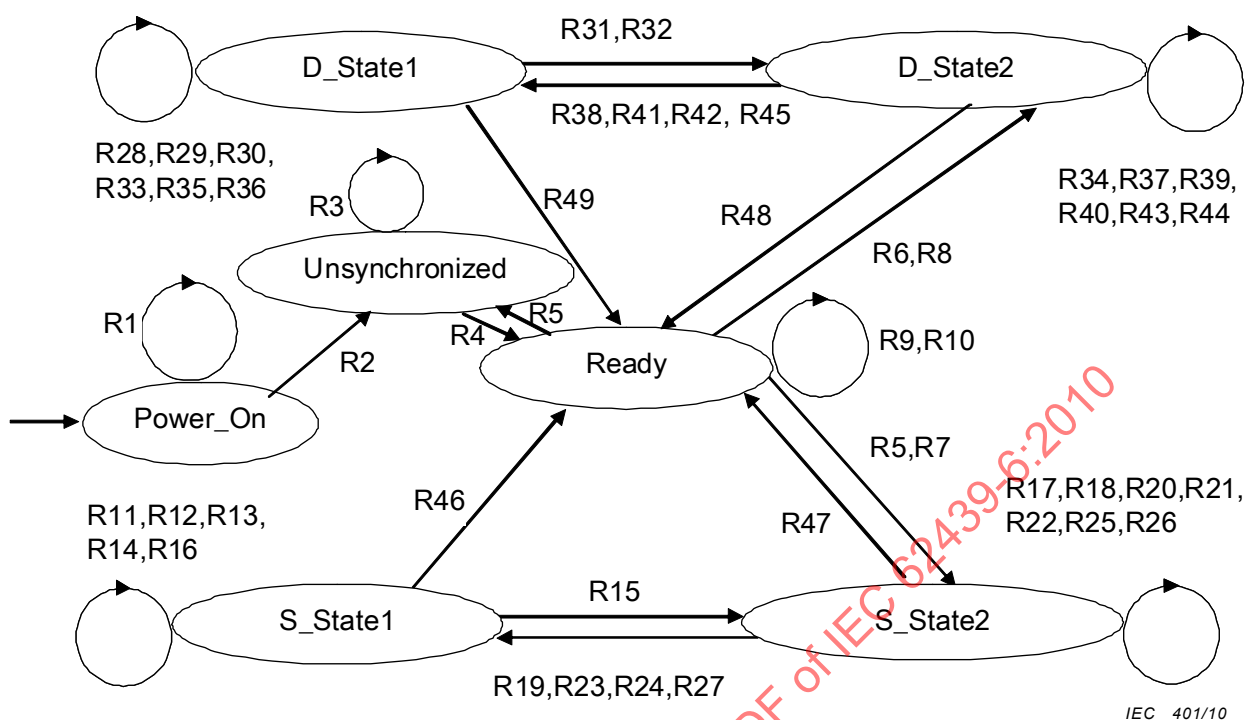


Figure 11 – DRP protocol state machine

9.5.3 State transitions

The state transitions of the DRP protocol state machine are specified in Table 24.

Table 24 – DRP state transitions

Nb	Current State	Event =>Action	Next State
R1	Power_On	Write.ind && WriteSucceed() == FALSE => Write.err{ }	Power_On
R2	Power_On	Write.ind &&WriteSucceed() == TRUE => Write.rsp(+){ } LoadRingPortState()	Unsynchronized
R3	Unsynchronized	SynchronizationFinished()==FALSE => (no actions taken)	Unsynchronized
R4	Unsynchronized	SynchronizationFinished()==TRUE => (no actions taken)	Ready
R5	Ready	ConfigureInfo() == "SINGLE_RING" && DRPKeyParaConfigure() == TRUE => DRPSendTimer(RingCheck) DRPSendTimer(LinkCheck)	S_State2
R6	Ready	ConfigureInfo() == "DOUBLE_RING" && DRPKeyParaConfigure() == TRUE => DRPSendTimer(RingCheck) DRPSendTimer(LinkCheck)	D_State2
R7	Ready	DrpRecvMsg() == "RingChange" && ConfigureInfo() == "SINGLE_RING" && DRPKeyParaConfigure() == FALSE && CheckMACAddress() == TRUE => SetDRPKeyPara()	S_State2
R8	Ready	DrpRecvMsg() == "RingChange" && ConfigureInfo() == "DOUBLE_RING" && DRPKeyParaConfigure() == FALSE && CheckMACAddress() == TRUE => SetDRPKeyPara()	D_State2
R9	Ready	DrpRecvMsg() == "RingCheck" => SendDeviceAnnunciation()	Ready

Nb	Current State	Event =>Action	Next State
R10	Ready	ConfigureInfo() == "UNCONFIGURE" => SendLinkAlarm()	Ready
R11	S_State1	DrpRecvMsg()=="DeviceAnnunciation" && LocalSendRingCheck() == TRUE => SetDRPKeyPara() Assigned_SequenceID := SearchDeviceState() SendRingChange(Assigned_SequenceID)	S_State1
R12	S_State1	DrpRecvMsg()==" RingCheck" => ForwardingRingCheck()	S_State1
R13	S_State1	LocalSendRingCheck() == FALSE && RecvAnnunciationWithinTimeLimit() == FALSE => RecordDeviceState(FALSE)	S_State1
R14	S_State1	LocalSendRingCheck() == TRUE && RecvAnnunciationWithinTimeLimit() == FALSE => ChangeRingState(OPEN)	S_State1
R15	S_State1	FaultPort := RecvLinkCheckWithinTimeLimit(); FaultPort != All_RingPort_OK => Clear_FDB(0) ChangePortState (FaultPort) SendLinkAlarm()	S_State2
R16	S_State1	DrpRecvMsg()=="LinkAlarm" => Clear_FDB(0)	S_State1
R17	S_State2	DrpRecvMsg()==" RingCheck" && AnnunciationBlockingPort() == FALSE => ForwardingRingCheck()	S_State2
R18	S_State2	DrpRecvMsg()=="DeviceAnnunciation" && LocalSendRingCheck() == TRUE => SetDRPKeyPara() Assigned_SequenceID := SearchDeviceState() SendRingChange(Assigned_SequenceID)	S_State2

Nb	Current State	Event =>Action	Next State
R19	S_State2	DrpRecvMsg()==" RingCheck" && AnnunciationBlockingPort() == TRUE && LocalDRPSequenceIDSmaller() == FLASE => ForwardingRingCheck() SetRingPortState(Forwarding,Forwarding,None,None)	S_State1
R20	S_State2	LocalSendRingCheck() == TRUE && RecvAnnunciationWithinTimeLimit() == TRUE => ChangeRingState(CLOSE)	S_State2
R21	S_State2	LocalSendRingCheck() == TRUE && RecvAnnunciationWithinTimeLimit() == FALSE => ChangeRingState(OPEN)	S_State2
R22	S_State2	FaultPort := RecvLinkCheckWithinTimeLimit() FaultPort != All_RingPort_OK => Clear_FDB(0) ChangePortState(FaultPort) SendLinkAlarm()	S_State2
R23	S_State2	DrpRecvMsg()=="LinkAlarm" && NoLocalLinkFault() == TRUE => Clear_FDB(0) SetRingPortState(Forwarding,Forwarding,None,None)	S_State1
R24	S_State2	DrpRecvMsg()=="LinkAlarm" && NoLocalLinkFault() == FALSE && LocalDRPSequenceIDSmaller() == FALSE => Clear_FDB(0) SetRingPortState(Forwarding,Forwarding,None,None)	S_State1
R25	S_State2	DrpRecvMsg()=="LinkAlarm" && NoLocalLinkFault() == FALSE && LocalDRPSequenceIDSmaller() == TRUE => Clear_FDB(0)	S_State2
R26	S_State2	LocalSendRingCheck() == TRUE && RecvLinkAlarm() == TRUE => SmallerDRPSequenceID := BlockingPortSelect() SendLinkChange(SmallerDRPSequenceID)	S_State2

Nb	Current State	Event =>Action	Next State
R27	S_State2	DrpRecvMsg()=="LinkChange" && DRPSequenceIDCompare() == FALSE => Clear_FDB(0) SetRingPortState(Forwarding,Forwarding,None,None)	S_State1
R28	D_State1	DrpRecvMsg()=="DeviceAnnunciation" && LocalSendRingCheck() == TRUE => SetDRPKeyPara() Assigned_SequenceID := SearchDeviceState() SendRingChange(Assigned_SequenceID)	D_State1
R29	D_State1	LocalSendRingCheck() == TRUE && RecvAnnunciationWithinTimeLimit() == TRUE => ChangeRingState(CLOSE)	D_State1
R30	D_State1	LocalSendRingCheck() == TRUE && RecvAnnunciationWithinTimeLimit() == FALSE => ChangeRingState(OPEN)	D_State1
R31	D_State1	FaultPort := RecvLinkCheckWithinTimeLimit(); FaultPort != All_RingPort_OK && StandbyPortLinkState(FaultPort) == LINKDOWN && ActivePortLinkState(FaultPort) == LINKDOWN => Clear_FDB(0) ChangePortState(FaultPort) SendLinkAlarm()	D_State2
R32	D_State1	FaultPort := RecvLinkCheckWithinTimeLimit(); FaultPort != All_RingPort_OK && ActivePortLinkState(FaultPort) == LINKUP => Clear_FDB(0) ChangeDoublePortState(FaultPort)	D_State2
R33	D_State1	FaultPort := RecvLinkCheckWithinTimeLimit(); FaultPort != All_RingPort_OK && StandbyPortLinkState(FaultPort) == LINKUP && ActivePortLinkState(FaultPort) == LINKDOWN => Clear_FDB(0) ChangeDoublePortState(FaultPort)	D_State1

Nb	Current State	Event =>Action	Next State
R34	D_State2	FaultPort := RecvLinkCheckWithinTimeLimit(); FaultPort != All_RingPort_OK && ActivePortLinkState(FaultPort) == LINKUP => Clear_FDB(0) ChangeDoublePortState(FaultPort)	D_State2
R35	D_State1	DrpRecvMsg()=="LinkAlarm" => Clear_FDB(0)	D_State1
R36	D_State1	DrpRecvMsg()=="LinkChange" => (no actions taken)	D_State1
R37	D_State2	DrpRecvMsg()=="DeviceAnnunciation" && LocalSendRingCheck() == TRUE => SetDRPKeyPara() Assigned_SequenceID := SearchDeviceState() SendRingChange(Assigned_SequenceID)	D_State2
R38	D_State2	DrpRecvMsg()==" RingCheck" && AnnunciationBlockingPort() == TRUE && LocalDRPSequenceIDSmaller() == FLASE => ForwardingRingCheck() SetRingPortState(Forwarding,Forwarding,Disabled,Disab le)	D_State1
R39	D_State2	FaultPort := RecvLinkCheckWithinTimeLimit(); FaultPort != All_RingPort_OK && StandbyPortLinkState(FaultPort) == LINKDOWN => Clear_FDB(0) ChangePortState(FaultPort) SendLinkAlarm()	D_State2
R40	D_State2	RecvLinkCheckWithinTimeLimit() != All_RingPort_OK && StandbyPortLinkState(FaultPort) == LINKUP => Clear_FDB(0) ChangeDoublePortState(FaultPort)	D_State2
R41	D_State2	DrpRecvMsg()=="LinkAlarm" && NoLocalLinkFault() == TRUE => Clear_FDB(0) SetRingPortState(Forwarding,Forwarding,Disabled, Disabled)	D_State1

Nb	Current State	Event =>Action	Next State
R42	D_State2	DrpRecvMsg()=="LinkAlarm" && NoLocalLinkFault() == FALSE && LocalDRPSequenceIDSmaller() == FLASE => Clear_FDB(0) SetRingPortState(Forwarding,Forwarding, Disabled,Disabled)	D_State1
R43	D_State2	DrpRecvMsg()=="LinkAlarm" && NoLocalLinkFault() == FALSE && LocalDRPSequenceIDSmaller() == TRUE => Clear_FDB(0)	D_State2
R44	D_State2	LocalSendRingCheck() == TRUE && RecvLinkAlarm() == TRUE => SmallerDRPSequenceID := BlockingPortSelect() SendLinkChange(SmallerDRPSequenceID)	D_State2
R45	D_State2	DrpRecvMsg()=="LinkChange" && DRPSequenceIDCompare() == FALSE => SetRingPortState(Forwarding,Forwarding, Disabled,Disabled)	D_State1
R46	S_State1	TimeUnsynchronization()== TRUE DrpRecvMsg()==" RingCheck" && DuplicateDRPSequenceID() == TRUE => ClearDRPKeyPara()	Ready
R47	S_State2	TimeUnsynchronization()== TRUE DrpRecvMsg()==" RingCheck" && DuplicateDRPSequenceID() == TRUE => ClearDRPKeyPara()	Ready
R48	D_State1	TimeUnsynchronization()== TRUE DrpRecvMsg()==" RingCheck" && DuplicateDRPSequenceID() == TRUE => ClearDRPKeyPara()	Ready
R49	D_State2	TimeUnsynchronization()== TRUE DrpRecvMsg()==" RingCheck" && DuplicateDRPSequenceID() == TRUE => ClearDRPKeyPara()	Ready
R50	Ready	TimeUnsynchronization()== TRUE => PassiveMasterState()	Unsynchronized

9.5.4 Function descriptions

9.5.4.1 General

The functions used in DRP state transitions are listed in Table 25 through Table 59.

NOTE The drp_svc represents the message that comes from user configuration programs.

9.5.4.2 SetRingPortState()

SetRingPortState() is specified in Table 25.

Table 25 – SetRingPortState() descriptions

Name	SetRingPortState	Using	DRP
Input		Output	
Ring1Port1 State, Ring1Port2 State, Ring2Port1 State, Ring2Port2 State		None	
Function	Set the state of ring ports.		

9.5.4.3 LoadRingPortState()

LoadRingPortState() is specified in Table 26.

Table 26 – LoadRingPortState() descriptions

Name	LoadRingPortState	Using	DRP
Input		Output	
None		None	
Function	Load port ID and state of ring ports.		

9.5.4.4 WriteSucceed()

WriteSucceed() is specified in Table 27.

Table 27 – WriteSucceed() descriptions

Name	WriteSucceed	Using	DRP
Input		Output	
None		TRUE or FALSE	
Function	Evaluate the write state. If failed, then return FALSE; if succeed, then return TRUE.		

9.5.4.5 SynchronizationFinished()

SynchronizationFinished() is specified in Table 28.

Table 28 – SynchronizationFinished() descriptions

Name	SynchronizationFinished	Using	DRP
Input		Output	
None		TRUE or FALSE	
Function	Return TRUE if switch has been synchronized according to IEC 61588 (IEEE 1588).		

9.5.4.6 ActivePortLinkState()

ActivePortLinkState() is specified in Table 29.

Table 29 – ActivePortLinkState() descriptions

Name	ActivePortLinkState	Using	DRP
Input		Output	
RingPort		LINKUP or LINKDOWN	
Function	Judge the link state of RingPort.		

9.5.4.7 StandbyPortLinkState()

StandbyPortLinkState() is specified in Table 30.

Table 30 – StandbyPortLinkState() descriptions

Name	StandbyPortLinkState	Using	DRP
Input		Output	
RingPort		LINKUP or LINKDOWN	
Function	If the RingPort is Ring1 Port1, then return the link state of Ring2 Port1. If the RingPort is Ring1 Port2, then return the link state of Ring2 Port2. If the RingPort is Ring2 Port1, then return the link state of Ring1 Port1. If the RingPort is Ring2 Port2, then return the link state of Ring1 Port2.		

9.5.4.8 ConfigureInfo()

ConfigureInfo() is specified in Table 31.

Table 31 – ConfigureInfo() descriptions

Name	ConfigureInfo	Using	DRP
Input		Output	
None		SINGLE_RING, DOUBLE_RING, UNCONFIGURE	
Function	Evaluate the ring network state. Return SINGLE_RING if the switch node is operating in single ring network. Return DOUBLE_RING if the switch node is operating in double ring network. Return UNCONFIGURE if the switch node is no configuration.		

9.5.4.9 DRPSendTimer()

DRPSendTimer() is specified in Table 32.

Table 32 – DRPSendTimer() descriptions

Name	RingCheckSendTimer	Using	DRP
Input		Output	
drp_svc		None	
Function	If the drp_svc is RingCheck, set the timer for local switch node to send the RingCheck frame and set the timer of RingCheck Time Limit. If the drp_svc is LinkCheck, set the timer for local switch node to send the LinkCheck frame and set the timer of RingCheck Time Limit.		

9.5.4.10 SendRingChange()

SendRingChange() is specified in Table 33.

Table 33 – SendRingChange() descriptions

Name	SendRingChange	Using	DRP
Input		Output	
Assigned_SequenceID		TRUE or FALSE	
Function	The Assigned_SequenceID should send in RingCheck frame to assigned the SequenceID for the unconfigured switch node. If the RingChange frame is sent successful, then return TRUE, otherwise return FALSE.		

9.5.4.11 ForwardingRingCheck()

ForwardingRingCheck() is specified in Table 34.

Table 34 – ForwardingRingCheck() descriptions

Name	ForwardingRingCheck	Using	DRP
Input		Output	
None		TRUE or FALSE	
Function	If the received the RingCheck frame is not sent by local switch node, then forward this RingCheck frame from one ring port to the other ring port, otherwise drop the RingCheck frame.		

9.5.4.12 AnnunciationBlockingPort()

AnnunciationBlockingPort() is specified in Table 35.

Table 35 – AnnunciationBlockingPort() descriptions

Name	AnnunciationBlockingPort	Using	DRP
Input		Output	
None		TRUE or FALSE	
Function	Evaluate the received the RingCheck frame. If one of ring port state in the RingCheck frame is Blocking, then return TRUE; otherwise return FALSE.		

9.5.4.13 LocalDRPSequenceIDSmaller()

LocalDRPSequenceIDSmaller() is specified in Table 36.

Table 36 – LocalDRPSequenceIDSmaller() descriptions

Name	LocalDRPSequenceIDSmaller	Using	DRP
Input		Output	
None		TRUE or FALSE	
Function	Evaluate the DRPSequenceID in received frame. If the DRPSequenceID in the frame is smaller than the local DRPSequenceID, then return FALSE; otherwise return TRUE.		

9.5.4.14 RecvAnnunciationWithinTimeLimit()

RecvAnnunciationWithinTimeLimit() is specified in Table 37.

Table 37 – RecvAnnunciationWithinTimeLimit() descriptions

Name	RecvAnnunciationWithinTimeLimit	Using	DRP
Input		Output	
None		TRUE or FALSE	
Function	When Ring Check Time Limit timer expires, if the switch node hasn't received either of its RingCheck frames, then return FALSE. Otherwise return TRUE.		

9.5.4.15 RecvLinkCheckWithinTimeLimit()

RecvLinkCheckWithinTimeLimit() is specified in Table 38.

Table 38 – RecvLinkCheckWithinTimeLimit() descriptions

Name	RecvLinkCheckWithinTimeLimit	Using	DRP
Input		Output	
None		0 = All_RingPort_OK, or 1 = Ring1Port1, or 2 = Ring1Port2, or 3 = Ring2Port1, or 4 = Ring2Port2	
Function	Evaluate if the LinkCheck frame is received. In this Cycle, if all active ring ports received the LinkCheck frame, then return AllRingPortOK; if one ring port did not receive the LinkCheck frame, then return this ring port. If more than two ring ports did not receive the LinkCheck frame, just return the smaller ring port.		

9.5.4.16 NoLocalLinkFault()

NoLocalLinkFault() is specified in Table 39.

Table 39 – NoLocalLinkFault() descriptions

Name	NoLocalLinkFault	Using	DRP
Input		Output	
None		TRUE or FALSE	
Function	Returns TRUE if no local link fault detected, otherwise return FALSE.		

9.5.4.17 RecvLinkAlarm()

RecvLinkAlarm() is specified in Table 40.

Table 40 – RecvLinkAlarm() descriptions

Name	RecvLinkAlarm	Using	DRP
Input	None	Output	TRUE or FALSE
Function	Returns TRUE if one or two LinkAlarm frame have been received in one Cycle. Return FALSE if no LinkAlarm frame has been received.		

9.5.4.18 Clear_FDB(time)

Clear_FDB() is specified in Table 41.

Table 41 – Clear_FDB() descriptions

Name	Clear_FDB	Using	DRP
Input	time	Output	TRUE or FALSE
None			
Function	Clear FDB of the local switch after node time delay. If time is 0, this function shall clear FDB without any delay.		

9.5.4.19 ChangeRingState()

ChangeRingState() is specified in Table 42.

Table 42 – ChangeRingState() descriptions

Name	ChangeRingState	Using	DRP
Input		Output	
OPEN or CLOSE		TRUE or FALSE	
Function	Change ring state recorded in state machine.		

9.5.4.20 BlockingPortSelect()

BlockingPortSelect() is specified in Table 43.

Table 43 – BlockingPortSelect() descriptions

Name	BlockingPortSelect	Using	DRP
Input		Output	
None		None	
Function	In one Cycle, Evaluate which DRPSquenceID in the two LinkAlarm frame is smaller, return the small DRPSquenceID. When only one LinkAlarm frame is received, just return the DRPSquenceID in this LinkAlarm frame.		

9.5.4.21 SendLinkChange()

SendLinkChange() is specified in Table 44.

Table 44 – SendLinkChange() descriptions

Name	SendLinkChange	Using	DRP
Input		Output	
DRPSequenceID		TRUE or FALSE	
Function			
If the LinkChange frame is sent successful, then return TRUE, otherwise return FALSE			

9.5.4.22 DRPSequenceIDCompare()

DRPSequenceIDCompare() is specified in Table 45.

Table 45 – DRPSequenceIDCompare() descriptions

Name	DRPSequenceIDCompare	Using	DRP
Input		Output	
None		TRUE or FALSE	
Function			
Compare the BLOCKINGPORT_DRPSequenceID in the LinkChange frame with the value of DRPSequenceID of local switch node, return TRUE if the local switch node's DRPSequenceID is same as the BLOCKINGPORT_DRPSequenceID in received LinkChange frame.			

9.5.4.23 ChangePortState()

ChangePortState() is specified in Table 46.

Table 46 – ChangePortState() descriptions

Name	ChangePortState	Using	DRP
Input		Output	
RingPort		None	
Function			
If the RingPort is Ring1 Port1, then set the state of Ring1Port1 in Blocking, and Ring1Port2 in Forwarding, If the RingPort is Ring1 Port2, then set the state of Ring1Port2 in Blocking, and Ring1Port1 in Forwarding, If the RingPort is Ring2 Port1, then set the state of Ring2Port1 in Blocking, and Ring2Port2 in Forwarding, If the RingPort is Ring2 Port2, then set the state of Ring2Port2 in Blocking, and Ring2Port1 in Forwarding.			

9.5.4.24 ChangeDoublePortState()

ChangeDoublePortState() is specified in Table 47.

Table 47 – ChangeDoublePortState() descriptions

Name	ChangeDoublePortState	Using	DRP
Input		Output	
RingPort		TRUE or FALSE	
Function			
If the RingPort is Ring1 Port1 or Ring2 Port1, then exchange the link state of Ring1 Port1 and Ring2 Port1, If the RingPort is Ring1 Port2 or Ring2 Port2, then exchange the link state of Ring1 Port2 and Ring2 Port2.			

9.5.4.25 LocalSendRingCheck()

LocalSendRingCheck() is specified in Table 48.

Table 48 – LocalSendRingCheck() descriptions

Name	LocalSendRingCheck	Using	DRP
Input		Output	
None		TRUE or FALSE	
Function	Evaluate if the RingCheck frame is sent by the node itself. Return TRUE if the Source MAC address in the RingCheck frame is equal to the MAC address of the switch node. otherwise return FALSE.		

9.5.4.26 DRPKeyParaConfigure()

DRPKeyParaConfigure() is specified in Table 49.

Table 49 – DRPKeyParaConfigure() descriptions

Name	DRPKeyParaConfigure	Using	DRP
Input		Output	
None		TRUE or FALSE	
Function	Evaluate if both DRPDeviceNumber and DRPSequenceID are configured. Return TRUE if these parameters are configured, otherwise return FALSE.		

9.5.4.27 CheckMACAddress()

CheckMACAddress() is specified in Table 50.

Table 50 – CheckMACAddress() descriptions

Name	CheckMACAddress	Using	DRP
Input		Output	
None		TRUE or FALSE	
Function	Evaluate if MAC Address in the RingChange frame is equal to local MAC Address. Return TRUE if MAC Address in the RingChange frame is equal to local MAC Address, otherwise return FALSE.		

9.5.4.28 SetDRPKeyPara()

SetDRPKeyPara() is specified in Table 51.

Table 51 – SetDRPKeyPara() descriptions

Name	SetDRPKeyPara	Using	DRP
Input		Output	
None		None	
Function	Set the value of DRPDeviceNumber, DRPSequenceID and Cycle.		

9.5.4.29 SendDeviceAnnunciation()

SendDeviceAnnunciation() is specified in Table 52.

Table 52 – SendDeviceAnnunciation() descriptions

Name	SendDeviceAnnunciation	Using	DRP
Input		Output	
None		None	
Function	Send NewDeviceAnnunciation frame.		

9.5.4.30 FaultRecvRingCheck()

FaultRecvRingCheck() is specified in Table 53.

Table 53 – FaultRecvRingCheck() descriptions

Name	FaultRecvRingCheck	Using	DRP
Input		Output	
None		TRUE or FALSE	
Function	Evaluate if the RingCheck frame is received in Ring Check Time Limit. Return TRUE if any RingCheck is received in Ring Check Time Limit, otherwise return FALSE.		

9.5.4.31 RecordDeviceState()

RecordDeviceState() is specified in Table 54.

Table 54 – RecordDeviceState() descriptions

Name	RecordDeviceState	Using	DRP
Input		Output	
TRUE or FALSE		None	
Function	Set the corresponding bit in DRPDeviceState to 0, if the input parameter is FALSE.		

9.5.4.32 DrpRecvMsg()

DrpRecvMsg() is specified in Table 55.

Table 55 – DrpRecvMsg() descriptions

Name	DRPRecvMsg	Using	DRP
Input		Output	
drp_svc		drp_svc message type	
Function	This function is invoked when a message is received. It decodes the em_svc and returns the type of the DRP frame.		

9.5.4.33 SendLinkAlarm()

SendLinkAlarm() is specified in Table 56.

Table 56 – SendLinkAlarm() descriptions

Name	SendLinkAlarm	Using	DRP
Input		Output	
None		TRUE or FALSE	
Function	If the Link Alarm frame is sent successful, then return TRUE, otherwise return FALSE		

9.5.4.34 TimeUnsynchronization()

TimeUnsynchronization() is specified in Table 57.

Table 57 – TimeUnsynchronization() descriptions

Name	TimeUnsynchronization	Using	DRP
Input		Output	
None		TRUE or FALSE	
Function	If the time synchronization precision is out of TargetTimeSyncClass, then return TRUE, otherwise return FALSE.		

9.5.4.35 PassiveMasterState()

PassiveMasterState() is specified in Table 58.

Table 58 – PassiveMasterState() descriptions

Name	PassiveMasterState	Using	DRP
Input		Output	
None		None	
Function	Set the master port in switch node to passive state, and stop sending sync frame to its slave clock.		

9.5.4.36 SearchDeviceState()

SearchDeviceState() is specified in Table 59.

Table 59 – SearchDeviceState() descriptions

Name	SearchDeviceState	Using	DRP
Input		Output	
None		Assigned_SequenceID	
Function	Searches from Lest Significant Bit to Most Significant Bit in DRPDeviceState, and will return the address number once it finds the first zero bit.		

Annex A (informative)

DRP recovery time

A.1 Recovery time calculation

The maximum recovery time from a fault is:

$$T_r = T_{ti} + T_{to} + T_{pf} + T_{tt} \times \text{DRPDeviceNumber} + T_{ph} \times L_{ph}$$

where

T_r	is the recovery time;
T_{ti}	is the time interval between two LinkCheck frames, its value is equal to a Cycle;
T_{to}	is the receiving timeout delay of a LinkCheck frame, its value is equal to that of Link Check Time Limit;
T_{pf}	is the total processing delay of related DRP frames in a switch node;
T_{tt}	is the transmission delay of a DRP frame in a switch node in network;
T_{ph}	is the propagation delay of a DRP frame in 1 km cable;
L_{ph}	is the cable length (its unit is km) in the DRP redundancy domain;
DRPDeviceNumber	is the number of DRP switch nodes in a DRP redundancy domain.

and

$$T_{pf} = T_{sLA} + T_{rLA} + T_{sLC} + T_{rLC} + T_{cFDB}$$

T_{sLA}	is the transmission delay for a LinkAlarm frame in sending switch node;
T_{rLA}	is the processing delay for a LinkAlarm frame in receiving switch node;
T_{sLC}	is the transmission delay for a LinkChange frame in sending switch node;
T_{rLC}	is the processing delay for a LinkChange frame in receiving switch node;
T_{cFDB}	is the time delay to clear FDBs.

and

$$T_{tt} = T_{tLA} + T_{dLA} + T_{tLC} + T_{dLC}$$

T_{tLA} is the forwarding delay of the LinkAlarm frame through two ring ports of a switch node;

T_{dLA} is the time delay to wait for a regular Ethernet frame with maximum size of 1 518 bytes transmission before transferring a LinkAlarm frame;

T_{tLC} is the forwarding delay of LinkChange frame through two ring ports of a switch node;

T_{dLC} is the time delay to wait for a regular Ethernet frame with maximum size of 1 518 bytes transmission before transferring a LinkChange frame.

and

$$T_{ph} = T_{phLA} + T_{phLC}$$

T_{phLA} is the transferring time delay of the LinkAlarm frame through physical media;

T_{phLC} is the transferring time delay of LinkChange frame through physical media.

A.2 Example of recovery time calculation

The following is an example of maximum recovery time for a DRP network with 50 switch nodes whose communication speed is 100 Mb/s for ring ports and the cable length between all switch nodes in the ring is 2 km.

For the following calculation example, some parameters of DRP Class defined in Clause 6 can be set as shown in Table A.1.

Table A.1 – An example of parameters setting for DRP Class

No	Parameter	Value	Descriptions
1	Cycle	50 ms	the communication period of the redundancy domain
2	Ring Check SendTimeOffset	0 ms	the time offset for a switch node to transmit the RingCheck frame from the beginning of a Cycle
3	RingCheckTimeLimit	1 ms	the time limit to assert network ring fault
4	Link CheckSendTimeOffset	20 ms	the time interval from the beginning of a Cycle for local switch node to send the LinkCheck frame
5	LinkCheckTimeLimit	1 ms	the time limit for a switch node to assert an inter-switch link fault or a neighbour switch fault
6	SynchronizationClockType	1	the type of clock synchronization
7	TargetTimeSyncClass	10 µs	the desired time synchronization precision supported by time client

The parameters for calculation of recovery time are given in Table A.2.

Table A.2 – Parameters for calculation of recovery time

Parameter	Max. Time (ms)	Descriptions
T _{ti}	50	the time interval between two LinkCheck frames
T _{to}	5	the receiving timeout delay of a LinkCheck frame
T _{pf}	1	T _{sLA} , the transmission delay for a LinkAlarm frame in sending switch node
	1	T _{rLA} , the processing delay for a LinkAlarm frame in receiving switch node
	1	T _{sLC} , the transmission delay for a LinkChange frame in sending switch node
	1	T _{rLC} , the processing delay for a LinkChange frame in receiving switch node
	5	T _{cFDB} , the time delay to clear FDBs
T _{tt}	0,005	T _{tLA} , the transferring delay of the LinkAlarm frame through two ring ports of a switch node
	0,125	T _{dLA} , the time delay to wait for a regular Ethernet frame with maximum size of 1,518 bytes transmission before transferring a LinkAlarm frame
	0,005	T _{tLC} , the transferring delay of LinkChange frame through two ring ports of a switch node
	0,125	T _{dLC} , the time delay to wait for a regular Ethernet frame with maximum size of 1,518 bytes transmission before transferring a LinkChange frame
T _{ph}	0,03	T _{phLC} , the transferring time delay of the LinkChange frame on physical media
	0,03	T _{phLA} , the transferring time delay of the LinkAlarm frame on physical media

Thus, the maximum recovery time is calculated as follows:

$$\begin{aligned}
 T_r &= T_{ti} + T_{to} + T_{pf} + T_{tt} \times \text{DRPDeviceNumber} + T_{ph} \times L_{ph} \\
 &= T_{ti} + T_{to} + (T_{sLA} + T_{rLA} + T_{sLC} + T_{rLC} + T_{cFDB}) \\
 &\quad + (T_{tLA} + T_{dLA} + T_{tLC} + T_{dLC}) \times \text{DRPDeviceNumber} + (T_{phLA} + T_{phLC}) \times L_{ph} \\
 &= 50 + 5 + (1 + 1 + 1 + 1 + 5) + (0,005 + 0,125 + 0,005 + 0,125) \times 50 + (0,03 + 0,03) \\
 &\quad \times 2 \times 50 \\
 &= 50 + 5 + 9 + 17,5 + 3 \\
 &= 84,5 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

Bibliography

IEC 62439-2, *Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 2: Media Redundancy Protocol (MRP)*

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)*

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62439-6:2010

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62439-6:2010

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	69
INTRODUCTION	71
1 Domaine d'application	72
2 Références normatives	72
3 Termes, définitions, abréviations, acronymes et conventions	73
3.1 Termes et définitions	73
3.2 Abréviations et acronymes	73
3.3 Conventions	73
4 Présentation	73
4.1 Principes	73
4.2 Ports en anneau	74
4.3 Nœud de commutation DRP	75
4.4 Redondance de topologie en anneau simple	75
4.5 Redondance de topologie en anneau double	76
4.6 Configuration	77
4.6.1 Présentation	77
4.6.2 Configuration du fabricant	77
4.6.3 Configuration de communication	78
4.6.4 Configuration de l'application	78
4.7 Démarrage	78
5 Communications DRP	78
5.1 Présentation	78
5.2 Procédure de communication	81
5.3 Détection des défauts et reprise	85
5.3.1 Généralités	85
5.3.2 Traitement dans un réseau en anneau simple	85
5.3.3 Traitement dans un réseau en anneau double	86
5.4 Réparation du défaut de maille inter-étage	89
5.5 Réparation d'un défaut de synchronisation	89
5.6 Insertion d'un nœud de commutation réparé	89
5.7 Insertion d'un nouveau nœud de commutation	90
6 Spécification de classe DRP	91
7 Attributs DRP	92
8 Services DRP	95
8.1 Read	95
8.2 Write	98
9 Spécification du protocole DRP	100
9.1 Codage des types de base	100
9.2 Codage d'ErrorDescription	100
9.3 Codage de la classe DRP	101
9.4 Description du PDU	102
9.4.1 Codage de DRP DLPDU	102
9.4.2 Codage de DLSDU	103
9.4.3 Codage de VLAN	103
9.4.4 Ethertype	103

9.4.5	Codage de DRP PDU	103
9.4.6	Codage de DRP_DATA.....	104
9.4.7	Codage de Read Service.....	109
9.4.8	Codage des primitives du service Write	111
9.5	Machine de protocole	112
9.5.1	Description des états du nœud de commutation.....	112
9.5.2	Description du diagramme d'états du protocole	113
9.5.3	Transitions d'état.....	113
9.5.4	Descriptions de fonction	120
	Bibliographie.....	133
	Figure 1 – Modèle de communication DRP.....	74
	Figure 2 – Redondance de topologie en anneau simple	76
	Figure 3 – Redondance de topologie en anneau double.....	77
	Figure 4 – Procédure de communication DRP.....	79
	Figure 5 – Insertion d'un nouveau nœud de commutation dans le système DRP	80
	Figure 6 – Détection des défauts et reprise.....	81
	Figure 7 – Détection des défauts et reprise d'une redondance de topologie en anneau simple.....	86
	Figure 8 – Détection de défaut et reprise de maille inter-étage simple d'une redondance de topologie en anneau double.....	87
	Figure 9 – Détection de défaut et reprise de maille inter-étage double d'une redondance de topologie en anneau double.....	88
	Figure 10 – Insertion d'un nœud de commutation réparé.....	90
	Figure 11 – Diagramme d'états du protocole DRP.....	113
	Tableau 1 – Relation entre le temps de reprise requis et TargetTimeSyncClass.....	89
	Tableau 2 – Paramètres du service Read	95
	Tableau 3 – Paramètres du service Write.....	98
	Tableau 4 – Définition d'Error Type.....	101
	Tableau 5 – Définition d'Error Code	101
	Tableau 6 – Définition de la classe DRP	101
	Tableau 7 – OUI DRP	103
	Tableau 8 – DRP MulticastMACAddress	103
	Tableau 9 – Codage de DLSDU	103
	Tableau 10 – Codage de DRP PDU	104
	Tableau 11 – Définition DRP_Type	104
	Tableau 12 – Codage de la trame RingCheck	105
	Tableau 13 – Codage de la trame DeviceAnnunciation	106
	Tableau 14 – Codage de la trame RingChange	107
	Tableau 15 – Codage de la trame LinkCheck.....	108
	Tableau 16 – Codage de la trame LinkAlarm.....	108
	Tableau 17 – Codage de la trame LinkChange.....	109
	Tableau 18 – Codage de la demande Read	109
	Tableau 19 – Codage de la réponse positive du service Read	109

Tableau 20 – Codage de la réponse négative du service Read	111
Tableau 21 – Codage de la demande Write.....	111
Tableau 22 – Codage de la réponse positive du service Write	112
Tableau 23 – Codage de la réponse négative du service Write	112
Tableau 24 – Transitions d'état DRP.....	114
Tableau 25 – Descriptions de SetRingPortState()	120
Tableau 26 – Descriptions de LoadRingPortState().....	120
Tableau 27 – Descriptions de WriteSucceed().....	120
Tableau 28 – Descriptions de SynchronizationFinished()	121
Tableau 29 – Descriptions de ActivePortLinkState().....	121
Tableau 30 – Descriptions de StandbyPortLinkState().....	121
Tableau 31 – Descriptions de ConfigureInfo()	121
Tableau 32 – Descriptions de DRPSendTimer()	122
Tableau 33 – Descriptions de SendRingChange()	122
Tableau 34 – Descriptions de ForwardingRingCheck().....	122
Tableau 35 – Descriptions de AnnunciationBlockingPort()	122
Tableau 36 – Descriptions de LocalDRPSequenceIDSmaller().....	123
Tableau 37 – Descriptions de RecvAnnunciationWithinTimeLimit()	123
Tableau 38 – Descriptions de RecvLinkCheckWithinTimeLimit()	123
Tableau 39 – Descriptions de NoLocalLinkFault()	124
Tableau 40 – Descriptions de RecvLinkAlarm().....	124
Tableau 41 – Descriptions de Clear_FDB()	124
Tableau 42 – Descriptions de ChangeRingState().....	124
Tableau 43 – Descriptions de BlockingPortSelect().....	125
Tableau 44 – Descriptions de SendLinkChange().....	125
Tableau 45 – Descriptions de DRPSequenceIDCompare().....	125
Tableau 46 – Descriptions de ChangePortState().....	125
Tableau 47 – Descriptions de ChangeDoublePortState().....	126
Tableau 48 – Descriptions de LocalSendRingCheck().....	126
Tableau 49 – Descriptions de DRPKeyParaConfigure().....	126
Tableau 50 – Descriptions de CheckMACAddress()	126
Tableau 51 – Descriptions de SetDRPKeyPara().....	127
Tableau 52 – Descriptions de SendDeviceAnnunciation()	127
Tableau 53 – Descriptions de FaultRecvRingCheck().....	127
Tableau 54 – Descriptions de RecordDeviceState()	127
Tableau 55 – Descriptions de DrpRecvMsg()	128
Tableau 56 – Descriptions de SendLinkAlarm().....	128
Tableau 57 – Descriptions de TimeUnsynchronization().....	128
Tableau 58 – Descriptions de PassiveMasterState()	128
Tableau 59 – Descriptions de SearchDeviceState()	129
Tableau A.1 – Exemple de configuration de paramètres de la classe DRP	131
Tableau A.2 – Paramètres de calcul du temps de reprise.....	132

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÉSEAUX INDUSTRIELS DE COMMUNICATION –
RÉSEAUX DE HAUTE DISPONIBILITÉ POUR L'AUTOMATION –****Partie 6: Protocole de redondance distribuée (DRP)**

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 62439-6 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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La série CEI 62439 précise les principes applicables relatifs aux réseaux à haute disponibilité répondant 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 topologies et mécanismes 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 à la procédure de communication et à la détection des défauts et la reprise pour un DRP donné en 5.2 et 5.3.

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:

SUPCON Group Co., Ltd & Zhejiang University
Hangzhou
Chine

Beijing Kyland Technology Co. LTD
No 95 Building
Southeast Corner of Xisanqi Bridge
Haidian
Pékin
Chine

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 6: Protocole de redondance distribuée (DRP)

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. Chaque commutateur joue un rôle de gestion équivalent dans le réseau. Les anneaux doubles sont pris en charge.

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, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

IEC 61158 (toutes les parties), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications*

IEC 61588:2009, *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems (IEEE 1588)*

IEC 62439-1:2010, *Industrial communication networks – High availability automation networks– Part 1: General concepts and calculation methods*

ISO/CEI/TR 8802-1, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'informations entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Exigences spécifiques – Partie 1: Vue d'ensemble des normes de réseaux locaux (IEEE 802.1)*

ISO/CEI 8802-3:2000, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'informations 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 802.1D:2004, *IEEE standard for local Local and metropolitan area networks Media Access Control (MAC) Bridges*

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

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 et dans la CEI 62439-1 s'appliquent, en plus de ceux qui suivent.

3.1.1

port en anneau actif

port en anneau connecté au réseau en anneau et fonctionnant à l'état de blocage ou de transfert

3.1.2

cycle

intervalle le plus court à l'issue duquel la structure de trafic de communication se répète elle-même

3.1.3

port en anneau en attente

port en anneau connecté au réseau en anneau et fonctionnant à l'état désactivé

3.1.4

décalage horaire

différence de temps par rapport à une heure particulière

3.2 Abréviations et acronymes

Pour les besoins du présent document, les abréviations et acronymes donnés dans la CEI 62439-1 s'appliquent.

3.3 Conventions

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

4 Présentation

4.1 Principes

Le protocole de redondance distribuée (DRP) définit une solution de réseau à haute disponibilité reposant sur l'ISO/CEI 8802-3 (IEEE 802.3), ainsi que les fonctions de l'ISO/CEI/TR 8802-1 (IEEE 802.1) de redondance de liaison de communication.

Le protocole DRP offre un cadre de description du comportement opérationnel des commutateurs dans une topologie en anneau. Il s'agit de détecter une défaillance de réseau unique (défaillance d'une maille inter-étage ou d'un commutateur en anneau) et d'assurer la reprise dans un temps de reprise déterministe.

Un réseau DRP repose sur une topologie en anneau composée de plusieurs nœuds de commutation; chacun d'eux peut être un commutateur ou un nœud d'extrémité de commutation. Chaque nœud implique la présence d'un commutateur intégré doté d'au moins deux ports (ports en anneau) connectés à l'anneau, et qui est en mesure de détecter les défaillances et de se rétablir conformément au protocole DRP.

Dans un réseau en anneau DRP, chaque nœud joue un rôle de gestion équivalent. Cela signifie que chacun d'eux observe et contrôle la topologie en anneau en assurant la diffusion sélective d'une trame d'essai en anneau RingCheck et d'une trame d'essai de maille inter-étage LinkCheck de manière cyclique, avant de réagir en fonction des anomalies du réseau.

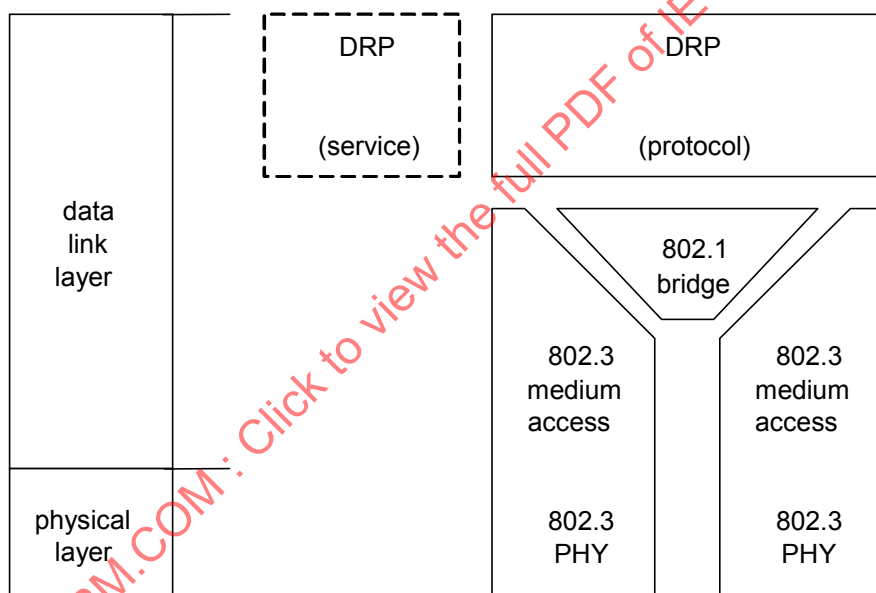
La trame d'essai LinkCheck offre le mécanisme de détection des défaillances d'un nœud de commutation.

Dans un réseau DRP, chaque nœud de commutation est synchronisé conformément à la CEI 61588 (IEEE 1588), à l'aide d'une horloge de frontière ou d'une horloge transparente, selon l'application.

NOTE En règle générale, l'horloge de frontière est utilisée conformément à la CEI 61588 (IEEE 1588). Dans les applications à plus grande échelle, il convient d'utiliser l'horloge transparente pour une meilleure synchronisation.

Le protocole DRP prend éventuellement en charge la topologie en anneau double. Dans ce cas, chaque nœud de commutation doit comporter au moins deux paires de ports en anneau: une paire de ports en anneau actifs et une paire de ports en anneau en attente.

Le protocole DRP définit une entité de service et une entité de protocole, ainsi qu'un ensemble de trames de gestion. L'entité de service spécifie les services visibles en externe d'une couche d'application et de la gestion des systèmes. Le modèle de communication de DRP est présenté à la Figure 1.



IEC 391/10

Légende

Anglais	Français
(protocol)	(protocole)
data link layer	couche de liaison de données
bridge	pont
medium access	accès au support
physical layer	couche physique

Figure 1 – Modèle de communication DRP

4.2 Ports en anneau

Chaque nœud de commutation doit comporter au moins deux ports en anneau connectés au réseau en anneau.

Certains nœuds de commutation accompagnant les ports en anneau peuvent comporter un ou plusieurs ports qui ne sont pas en anneau, y compris des ports de liaison de nœud terminal.

Dans ce cas, les trames DRP (RingCheck, LinkCheck, LinkAlarm, LinkChange, DeviceAnnunciation et RingChange, par exemple) ne doivent pas être transférées vers les ports qui ne sont pas en anneau.

Les ports en anneau qui prennent en charge le protocole DRP doivent présenter les trois états ci-dessous:

a) DISABLED

- Toutes les trames doivent être abandonnées.

b) BLOCKING

Toutes les trames doivent être abandonnées, à l'exception des:

- trames DRP (RingCheck, LinkCheck, LinkAlarm, LinkChange, DeviceAnnunciation, RingChange, par exemple).
- 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).
- trames uniquement générées ou utilisées par les entités de la couche supérieure de ce nœud et qui ne sont jamais transférées.

c) FORWARDING

Toutes les trames doivent être transférées conformément au comportement correspondant de l'IEEE 802.1D.

4.3 Nœud de commutation DRP

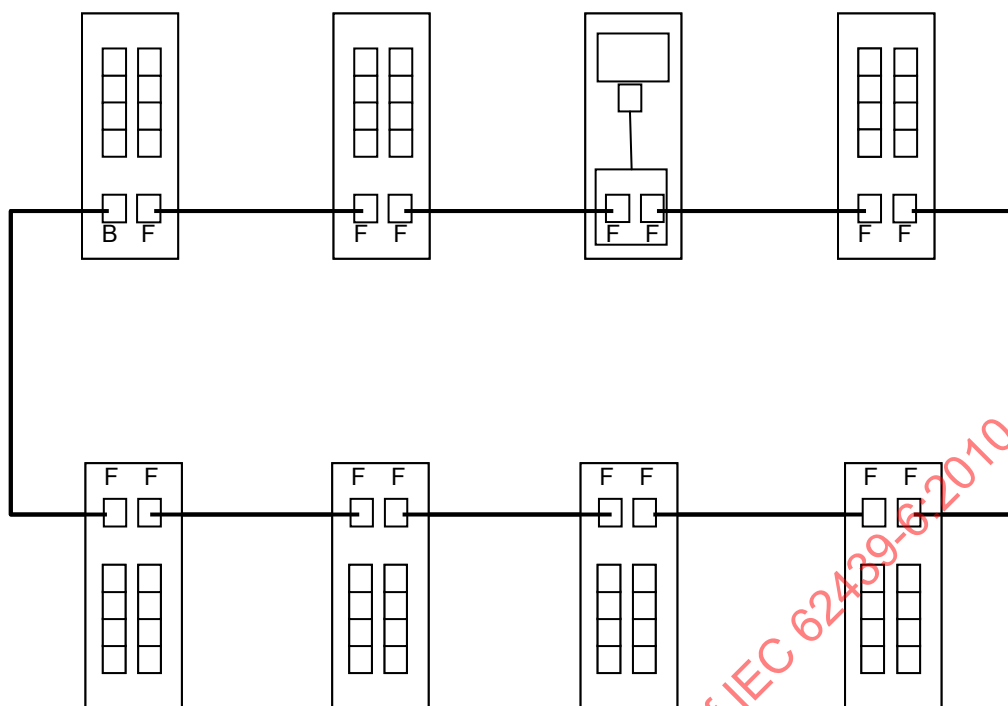
Les rôles de communication de tous les nœuds de commutation sont équivalents dans l'anneau DRP. Chaque nœud de commutation peut être un commutateur ou un nœud d'extrémité de commutation.

Chaque nœud de commutation dispose du même droit de multidiffusion de la trame RingCheck de détection d'anomalie de l'anneau et de la trame LinkCheck de détection d'anomalie de la maille inter-étage, dans les deux directions de l'anneau selon le temps prévu.

4.4 Redondance de topologie en anneau simple

Chaque nœud de commutation doit être doté de deux ports en anneau (appelés ports actifs) connectés au réseau en anneau (voir Figure 2).

Dans un réseau en anneau simple DRP, un seul port en anneau actif fonctionne à l'état BLOCKING, les autres ports en anneau fonctionnant à l'état FORWARDING. En d'autres termes, un seul nœud de commutation définit l'un de ses ports en anneau actifs à l'état BLOCKING, l'autre port en anneau actif de ce nœud étant défini à l'état FORWARDING. Tous les autres nœuds de commutation définissent les deux ports en anneau actifs à l'état FORWARDING.

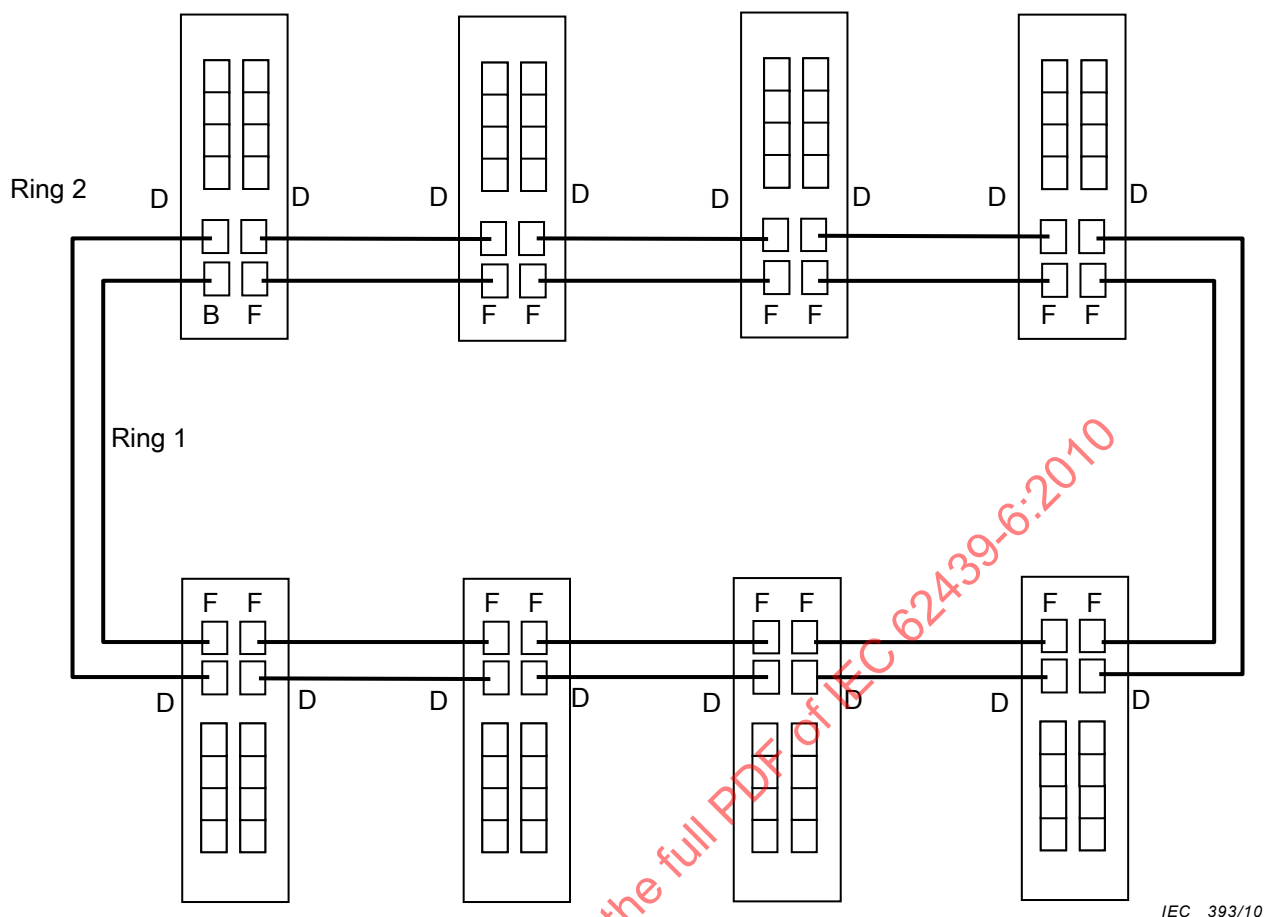


IEC 392/10

Figure 2 – Redondance de topologie en anneau simple

4.5 Redondance de topologie en anneau double

Comme le montre la Figure 3, chaque nœud de commutation doit comporter au moins deux paires de ports en anneau connectés au réseau en anneau. Une paire de ports en anneau est active (les ports de l'Anneau 1, par exemple), l'autre paire étant en attente (les ports de l'Anneau 2, par exemple).



Légende

Anglais	Français
Ring1	Anneau 1
Ring2	Anneau 2

Figure 3 – Redondance de topologie en anneau double

Dans un réseau en anneau double DRP, un seul nœud de commutation définit l'un de ses ports en anneau actifs à l'état BLOCKING, l'autre port en anneau actif étant à l'état FORWARDING et les deux ports en anneau en attente à l'état DISABLED.

4.6 Configuration

4.6.1 Présentation

Avant de connecter le nœud de commutation à un réseau DRP, il doit être configuré à l'aide d'un logiciel de configuration utilisant le service DRP Write. Il doit s'agir de la configuration du fabricant, de la configuration de la communication et de la configuration de l'application.

4.6.2 Configuration du fabricant

La configuration du fabricant inclut la définition préalable de DeviceID, ManufacturerName, DRPVersion, SoftwareVersion, HardwareVersion, Device MAC Address.

Les informations de configuration du fabricant doivent être téléchargées dans un dispositif DRP uniquement lorsqu'elles ont été créées, et peuvent être chargées à l'aide du service Read.

4.6.3 Configuration de communication

La configuration de communication inclut la définition préalable des états des ports en anneau en attente (Cycle, Ring Check SendTimeOffset, Ring Check Time Limit, Link Check SendTimeOffset, Link Check Time Limit, SynchronizationClockType, DRPSequencelD, DRPDeviceNumber).

Pour un réseau en anneau simple, chaque nœud de commutation doit initialiser un port en anneau actif à l'état BLOCKING, et l'autre port en anneau à l'état FORWARDING (voir 4.7).

Pour un réseau en anneau double, les deux ports en anneau en attente doivent être définis à l'état DISABLED.

Les informations de configuration de communication doivent être écrites dans un nœud de commutation à l'aide d'un service Write. Elles peuvent être lues à partir d'un nœud de commutation à l'aide du service Read.

4.6.4 Configuration de l'application

La configuration de l'application comprend la définition préalable de DRP Domain ID, PD-Tag, VLAN ID, Ring1 Port1 ID, Ring1 Port2 ID, Ring2 Port1 ID, Ring2 Port2 ID et de SynchronizationClockType.

Les informations de configuration de l'application doivent être téléchargées dans le nœud de commutation à l'aide d'un service Write. Elles peuvent être chargées à l'aide du service Read.

4.7 Démarrage

Au démarrage, chaque nœud de commutation doit initialiser un port en anneau actif à l'état BLOCKING et l'autre port en anneau à l'état FORWARDING. Chaque nœud de commutation doit être synchronisé à l'aide du protocole CEI 61588 (IEEE 1588) (voir 6.6 et 9.3 de la CEI 61588 (IEEE 1588)).

Si un nœud de commutation n'a pas reçu de trame RingCheck dans la limite de temps de vérification de l'anneau (Ring Check Time Limit) et que ce nœud de commutation est directement connecté à l'horloge principale extérieure à l'anneau comme indiqué dans la CEI 61588 (IEEE 1588), il doit attribuer la valeur 0x01 à DRPDeviceNumber et DRPSequencelD, puis envoyer immédiatement la trame RingCheck.

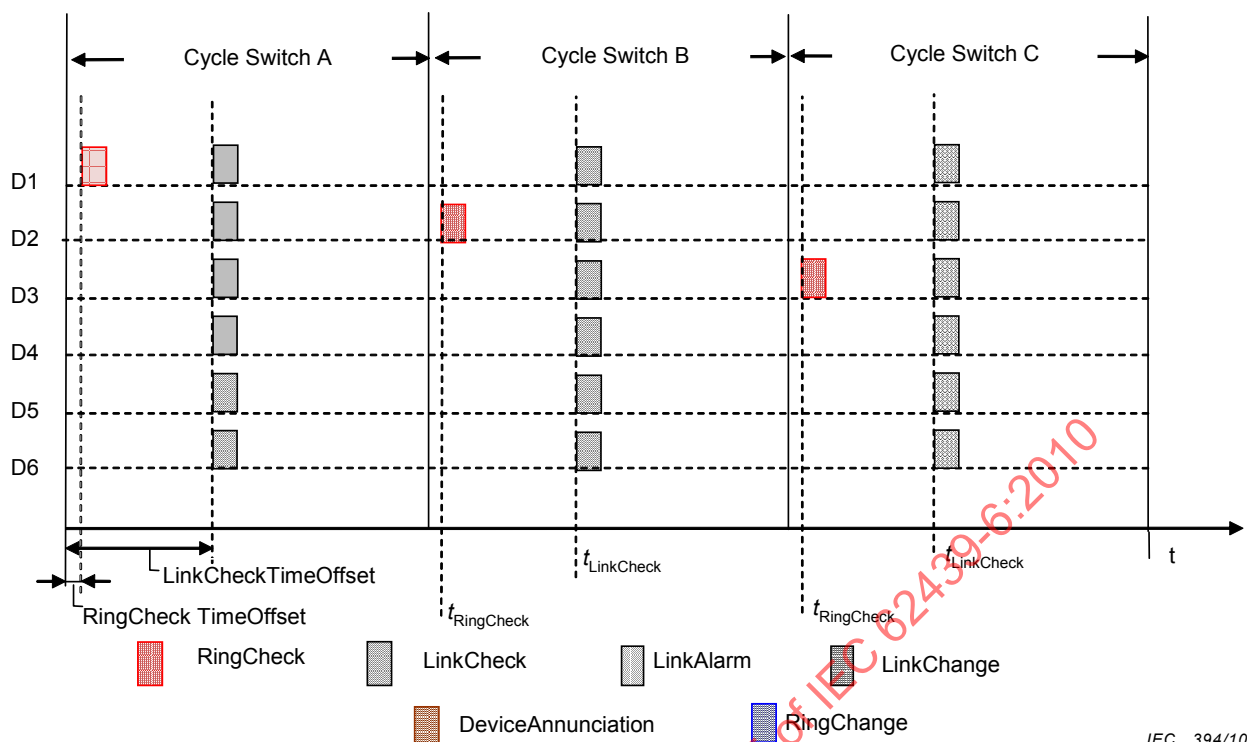
Si la valeur de Cycle est 0xFFFF FFFF FFFF FFFF, le nœud de commutation ne doit pas transmettre de trame DRP. Sinon, il doit envoyer les trames DeviceAnnunciation et LinkCheck conformément à la configuration de communication.

Si le système DRP atteint un régime permanent, seul le nœud de commutation comportant le plus petit DRPSequencelD conserve un port en anneau à l'état BLOCKING.

5 Communications DRP

5.1 Présentation

Dans un réseau redondant DRP, la durée de communication est divisée en plusieurs cycles (voir Figure 4). $t_{\text{RingCheck}}$ est le décalage de temps pour l'envoi de la trame RingCheck et $t_{\text{LinkCheck}}$ le décalage de temps pour l'envoi de la trame LinkCheck.



Légende

Anglais	Français
Cycle Switch A	Commutateur de cycle A
Cycle Switch B	Commutateur de cycle B
Cycle Switch C	Commutateur de cycle C

Figure 4 – Procédure de communication DRP

Dans un cycle, un seul nœud de commutation diffuse la trame RingCheck pour soumettre à essai l'état de l'anneau à l'instant $t_{RingCheck}$, chaque nœud de commutation diffusant la trame LinkCheck à ses deux nœuds de commutation avoisinants à l'instant $t_{LinkCheck}$ pour soumettre à essai l'état de fonctionnement de toutes les mailles inter-étage et de tous les nœuds de commutation (voir 5.3).

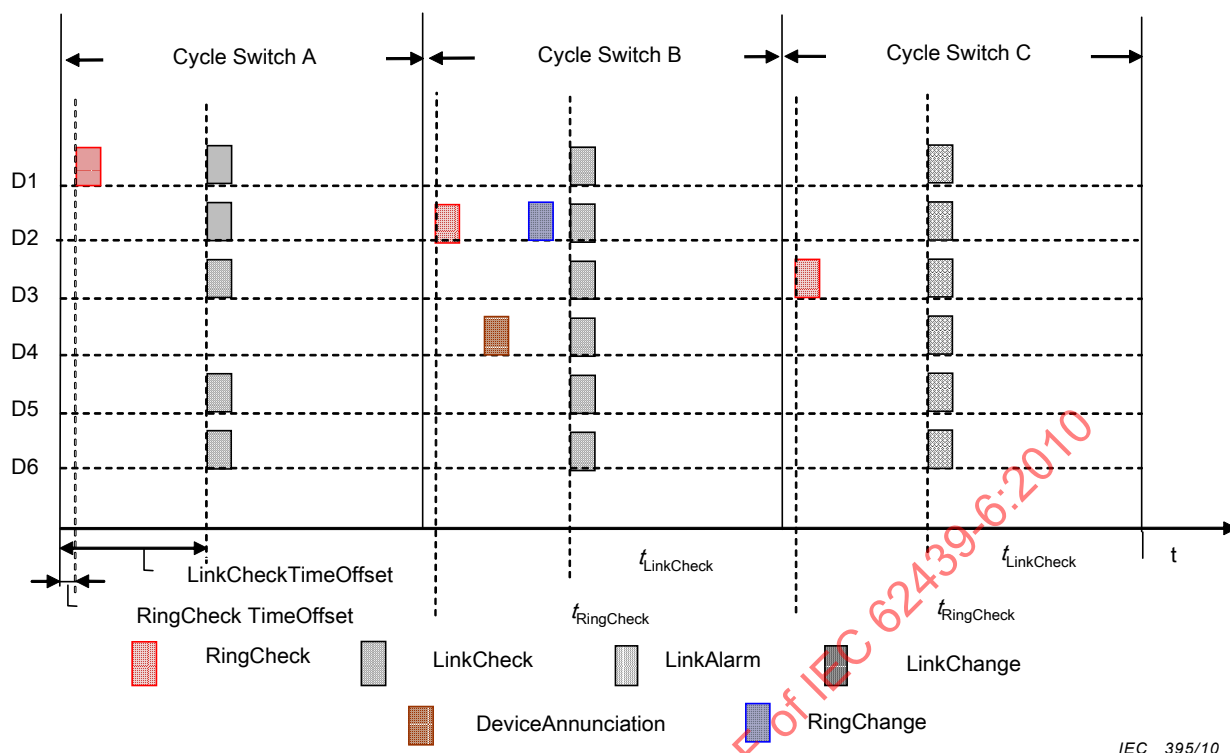
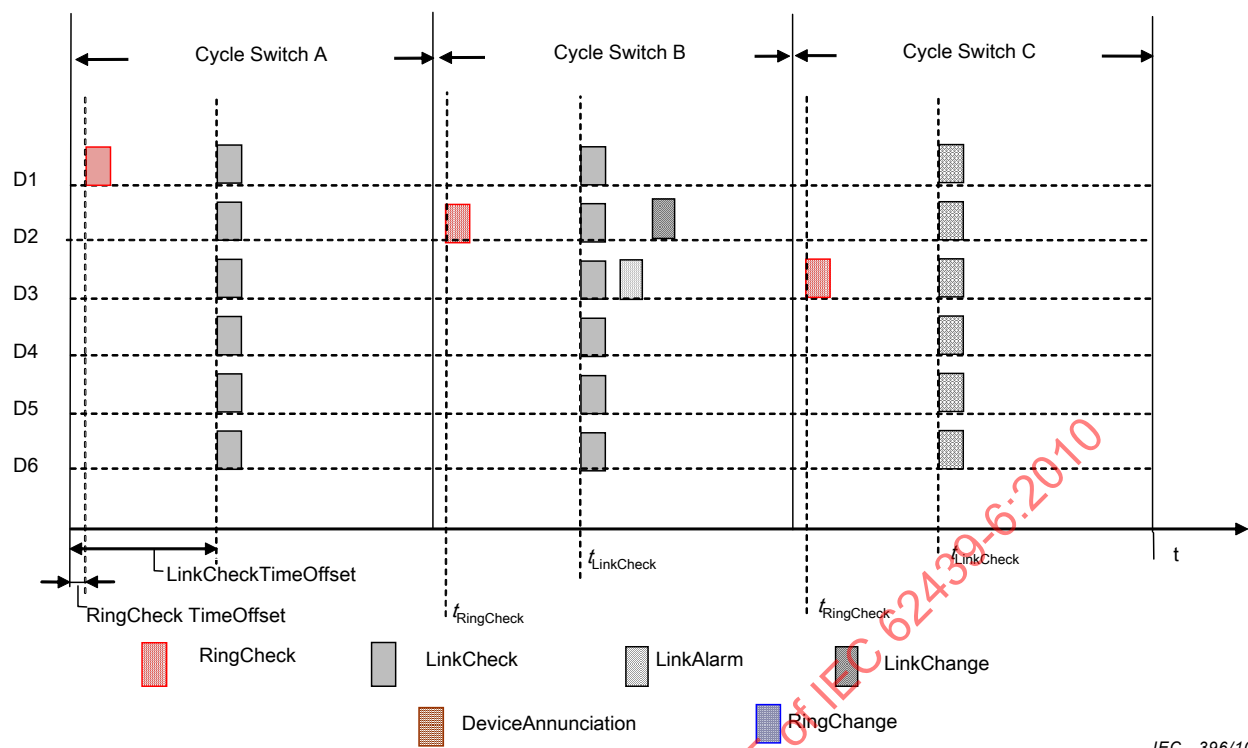


Figure 5 – Insertion d'un nouveau nœud de commutation dans le système DRP

Comme le montre la Figure 5, un nouveau nœud de commutation (D4) est inséré dans le système DRP. La trame DeviceAnnunciation est envoyée par ce nouveau nœud de commutation sous la forme d'une multidiffusion hors des deux ports en anneau actifs. Par ailleurs, le nœud de commutation diffuse la trame RingChange dans son cycle à tous les nœuds de commutation du système DRP (voir 5.7).



IEC 396/10

Figure 6 – Détection des défauts et reprise

Comme le montre la Figure 6, le défaut est détecté par un nœud de commutation (D3) dans le système DRP. La trame LinkAlarm est envoyée par ce nouveau nœud de commutation sous la forme d'une multidiffusion hors des deux ports en anneau actifs. Par ailleurs, le nœud de commutation diffuse la trame LinkChange dans son cycle à tous les nœuds de commutation du système DRP (voir 5.3).

5.2 Procédure de communication

Dans un système de réseau DRP, chaque nœud de commutation doit fonctionner comme suit (voir également Figure 7, Figure 8 et Figure 9):

- a) Lorsqu'un nœud de commutation démarre, il doit initialiser les états de ses deux ports en anneau actifs: les états de Ring1Port1 et de Ring1Port2 doivent être respectivement BLOCKING et FORWARDING. Si ce nœud de commutation contient des ports en anneau en attente, il doit les placer à l'état DISABLED. Après l'initialisation, il doit attendre de synchroniser son heure locale à l'aide du protocole CEI 61588 (IEEE 1588). Ce nœud de commutation ne doit envoyer aucune trame DRP avant la synchronisation de son heure locale.
- b) Après la synchronisation, le nœud de commutation doit vérifier les informations de configuration.
 - 1) Les paramètres DRPDeviceNumber, DRPSequenceID, Ring Check SendTimeOffset et Link Check SendTimeOffset sont définis à l'Article 6. Ces paramètres sont configurés par l'utilisateur final ou définis par la trame RingChange. Si l'une des valeurs de DRPDeviceNumber, DRPSequenceID ou Cycle est la valeur par défaut (en d'autres termes, si le nœud de commutation local n'est pas configuré), le nœud de

commutation doit attribuer la valeur par défaut à tous ces paramètres. Ensuite, procéder comme suit dans le temps Required Recovery Time à partir du temps synchronisé.

- i) en cas de réception d'une trame RingCheck, le nœud de commutation doit envoyer immédiatement la trame DeviceAnnunciation.
 - ii) sinon, le nœud de commutation doit envoyer la trame LinkAlarm pour demander une nouvelle configuration.
- 2) sinon, aucune action ne doit être requise de sa part.
- c) Après la vérification de la configuration, le nœud de commutation doit calculer à quel moment envoyer les trames RingCheck à l'aide de l'algorithme suivant:

Si la condition suivante est satisfaite:

$$\text{MOD}(\text{Local current time}, (\text{DRPDeviceNumber} * \text{Cycle})) == (\text{DRPSequenceID} - 1) * \text{Cycle} + \text{Ring Check SendTimeOffset} \quad (1)$$

Ensuite, c'est le moment $t_{\text{RingCheck}}$ d'envoyer la trame RingCheck sous la forme d'une multidiffusion hors des deux ports en anneau actifs.

Le commutateur qui envoie la trame RingCheck doit procéder comme suit dans le temps Ring Check Time Limit à partir du temps $t_{\text{RingCheck}}$ de l'envoi de RingCheck,

- 1) si la trame RingCheck envoyée n'a pas été reçue, il doit arrêter de la transférer et n'exécuter aucune action;
 - 2) sinon, il doit envoyer la trame LinkAlarm afin d'enregistrer le défaut de l'anneau.
- d) si la condition suivante est satisfaite:

$$\text{MOD}(\text{Local current time}, \text{Cycle}) == \text{Ring Check SendTimeOffset} \quad (2)$$

Ensuite, un nœud de commutation doit envoyer la trame LinkCheck. Le nœud de commutation local ne doit pas procéder comme suit dans l'instant Ring Check Time Limit à partir de cet instant s'il ne s'agit pas de son Cycle.

- 1) si une trame RingCheck a été reçue d'un port en anneau actif (Ring1Port1, par exemple), attribuer une valeur au bit correspondant dans DRPDeviceState, puis vérifier si les informations de configuration de communication de la trame RingCheck sont équivalentes à celles du nœud de commutation local.
 - i) si DRPDeviceNumber de la trame RingCheck n'est pas égal au nœud de commutation local ou que DRPSequenceID de la trame RingCheck est égal au DRPSequenceID du nœud de commutation local, ce dernier doit rétablir les valeurs par défaut de la configuration de communication et envoyer immédiatement la trame DeviceAnnunciation.
 - ii) sinon, vérifier si un nœud de commutation comportant un port en anneau à l'état BLOCKING a envoyé la trame RingCheck:
 - si aucun port en anneau de la trame RingCheck n'est à l'état BLOCKING, aucune autre action ne doit être requise de sa part;
 - sinon, le nœud de commutation doit vérifier le DRPSequenceID local.
 - si le DRPSequenceID local est inférieur à celui de la trame RingCheck, le nœud de commutation ne doit exécuter aucune autre action;
 - sinon, le nœud de commutation doit remplacer l'état BLOCKING du port en anneau local par l'état FORWARDING.
- 2) si aucune trame RingCheck n'a été reçue, annuler le bit correspondant de DRPDeviceState.

- e) Suite à la réception de la trame DeviceAnnunciation, le nœud de commutation doit vérifier si elle a été envoyée par le nœud lui-même, en d'autres termes:
- 1) si la trame DeviceAnnunciation a été envoyée par le nœud lui-même, le nœud de commutation doit arrêter de transférer la trame DeviceAnnunciation;
 - 2) sinon, le nœud de commutation doit vérifier si la trame DeviceAnnunciation est reçue pendant son Cycle:
 - i) si ce n'est pas le cas, le nœud de commutation ne doit exécuter aucune autre action;
 - ii) sinon, le nœud de commutation doit attribuer un DRPSequenceID inutilisé au nouveau nœud de commutation. Vérifier si le nouveau DRPsequenceID attribué est plus important que le DRPDeviceNumber en cours.
 - si c'est le cas, le nœud de commutation doit incrémenter DRPDeviceNumber de 1, puis envoyer la trame RingChange en tant que multidiffusion hors des deux ports en anneau actifs.
 - sinon, envoyer la trame RingChange en tant que multidiffusion hors des deux ports en anneau actifs.
- f) Suite à la réception de la trame RingChange, le nœud de commutation doit vérifier si elle a été envoyée par le nœud lui-même, en d'autres termes:
- 1) si la trame RingChange a été envoyée par le nœud lui-même, le nœud de commutation doit arrêter de transférer la trame RingChange;
 - 2) sinon, le nœud de commutation doit attribuer la valeur de DRPDeviceNumber de la trame reçue au DRPDeviceNumber local. Puis, vérifier si la valeur 0x00 a été attribuée au DRPSequenceID local et si l'adresse MAC locale est égale à la trame RingChange.
 - i) si le commutateur local est celui qui doit être configuré, attribuer les valeurs de la trame reçue au DRPSequenceID local.
 - ii) sinon, aucune action ne doit être requise de sa part.
- g) si la condition suivante est satisfaite:

$$\text{MOD}(\text{Local current time, Cycle}) == \text{Link Check SendTimeOffset} \quad (3)$$

Ensuite, c'est le moment $t_{\text{LinkCheck}}$ d'envoyer la trame LinkCheck sous la forme d'une multidiffusion hors des deux ports en anneau actifs.

Le commutateur qui envoie la trame LinkCheck doit procéder comme suit dans le temps Link Check Time Limit à partir du temps $t_{\text{LinkCheck}}$ de l'envoi de LinkCheck,

- 1) si le nœud de commutation a reçu les trames LinkCheck de ses deux ports en anneau actifs, aucune autre action ne doit être requise de sa part;
- 2) si le nœud de commutation n'a pas reçu la trame LinkCheck d'un port en anneau actif (Ring1Port1, par exemple), cela signifie que la maille inter-étage est défectueuse ou que le commutateur avoisinant connecté à ce port en anneau est défaillant, puis
 - i) si le nœud de commutation fonctionne dans un réseau en anneau simple, il doit annuler sa base de données de filtrage, puis placer ce port en anneau (Ring1Port1) à l'état BLOCKING. Si l'autre port en anneau (Ring1Port2) de ce nœud de commutation fonctionne à l'état BLOCKING, il doit immédiatement basculer les états des deux ports en anneau actifs;
 - ii) si le nœud de commutation fonctionne dans un réseau en anneau double, il doit annuler sa base de données de filtrage et vérifier le port en anneau en attente correspondant (Ring2Port1, par exemple),
 - si la liaison de son port en anneau en attente correspondant (Ring2Port1) est établie, le commutateur doit placer ce port en anneau en attente (Ring2Port1) à l'état d'origine du port en anneau actif interrompu (Ring1Port1), puis placer ce dernier à l'état DISABLED;
 - si la liaison de son port en anneau en attente correspondant (Ring2Port1) est interrompue, le commutateur doit placer le port en anneau interrompu

(Ring1Port1) à l'état BLOCKING. Ensuite, il doit envoyer la trame LinkAlarm en tant que multidiffusion hors des deux ports en anneau actifs.

- 3) si le nœud de commutation n'a pas reçu de trame LinkCheck de l'un des ports en anneau, cela signifie que le commutateur n'est plus connecté à l'anneau,
 - i) si le nœud de commutation fonctionne dans un réseau en anneau simple, il doit annuler sa base de données de filtrage, puis placer ses deux ports en anneau (Ring1Port1) à l'état BLOCKING.
 - ii) si le nœud de commutation fonctionne dans un réseau en anneau double, il doit annuler sa base de données de filtrage et vérifier le port en anneau en attente correspondant (Ring2Port1, par exemple),
 - si la liaison de son port en anneau en attente correspondant (Ring2Port1) est établie, le commutateur doit placer ce port en anneau en attente (Ring2Port1) à l'état d'origine du port en anneau actif interrompu (Ring1Port1), puis placer ce dernier à l'état DISABLED;
 - si la liaison de son port en anneau en attente correspondant (Ring2Port1) est interrompue, le commutateur doit placer le port en anneau interrompu (Ring1Port1) à l'état BLOCKING. Ensuite, il doit envoyer la trame LinkAlarm en tant que multidiffusion hors des deux ports en anneau actifs.

NOTE Si le commutateur local détecte une défaillance de la maille inter-étage, le commutateur avoisinant mène les actions correspondantes pour assurer la reprise après défaillance.

- h) Suite à la réception de la trame LinkAlarm, le nœud de commutation doit vérifier si elle a été envoyée par le nœud lui-même: si c'est le cas, le nœud de commutation ne doit pas transférer cette trame LinkAlarm; sinon, le nœud de commutation doit annuler sa base de données de filtrage et transférer cette trame LinkAlarm vers un autre port en anneau, puis
 - 1) si le nœud de commutation local n'a pas détecté de défaut de maille inter-étage ou de commutateur avoisinant, il doit placer les deux ports en anneau à l'état FORWARDING;
 - 2) si le nœud de commutation n'a pas détecté de défaut de maille inter-étage ou de commutateur avoisinant, et qu'il comporte un port en anneau à l'état BLOCKING, il doit placer ce port en anneau à l'état FORWARDING;
 - 3) si le nœud de commutation a détecté un défaut de maille inter-étage ou de commutateur avoisinant, et qu'il comporte un port en anneau à l'état BLOCKING,
 - i) si son DRPSquenceID est inférieur à celui de la trame LinkAlarm, aucune action ne doit être requise de sa part;
 - ii) sinon, le nœud de commutation local doit remplacer l'état BLOCKING du port en anneau par l'état FORWARDING.
- i) Au cours de ce cycle, le nœud de commutation doit vérifier le nombre de trames LinkAlarm reçues,
 - 1) si le nœud de commutation local a reçu deux trames LinkAlarm au cours de son cycle, il doit placer le plus petit DRPSquenceID issu des deux trames LinkAlarm dans la trame LinkChange et doit envoyer cette trame LinkChange en tant que multidiffusion hors des deux ports en anneau actifs;
 - 2) si le nœud de commutation local n'a reçu qu'une seule trame LinkAlarm au cours de son cycle, il doit placer le DRPSquenceID issu de la trame LinkAlarm dans la trame LinkChange et doit envoyer cette trame LinkChange en tant que multidiffusion hors des deux ports en anneau actifs;
- j) Suite à la réception de la trame LinkChange, le nœud de commutation doit vérifier si elle a été envoyée par le nœud lui-même, en d'autres termes:
 - 1) si la trame LinkChange a été envoyée par le nœud lui-même, le nœud de commutation doit arrêter de transférer la trame LinkChange;
 - 2) sinon, le nœud de commutation doit transférer la trame LinkChange, puis vérifier, s'il dispose d'un port en anneau à l'état BLOCKING,
 - i) si le nœud de commutation ne dispose pas de nœud de commutation à l'état BLOCKING, il ne doit réaliser aucune autre action;

- ii) sinon, le nœud de commutation doit vérifier le `DRPSequenceID` local,
 - si le `DRPSequenceID` local est égal au `BLOCKINGPORT_DRPSequenceID` de cette trame `LinkChange`, aucune autre action ne doit être requise de la part du nœud de commutation;
 - sinon, le nœud de commutation doit basculer le port en anneau local de l'état `BLOCKING` à l'état `FORWARDING`.

5.3 Détection des défauts et reprise

5.3.1 Généralités

Le réseau en anneau peut faire l'objet de deux types de défaut: le défaut de maille inter-étage et le défaut du nœud de commutation.

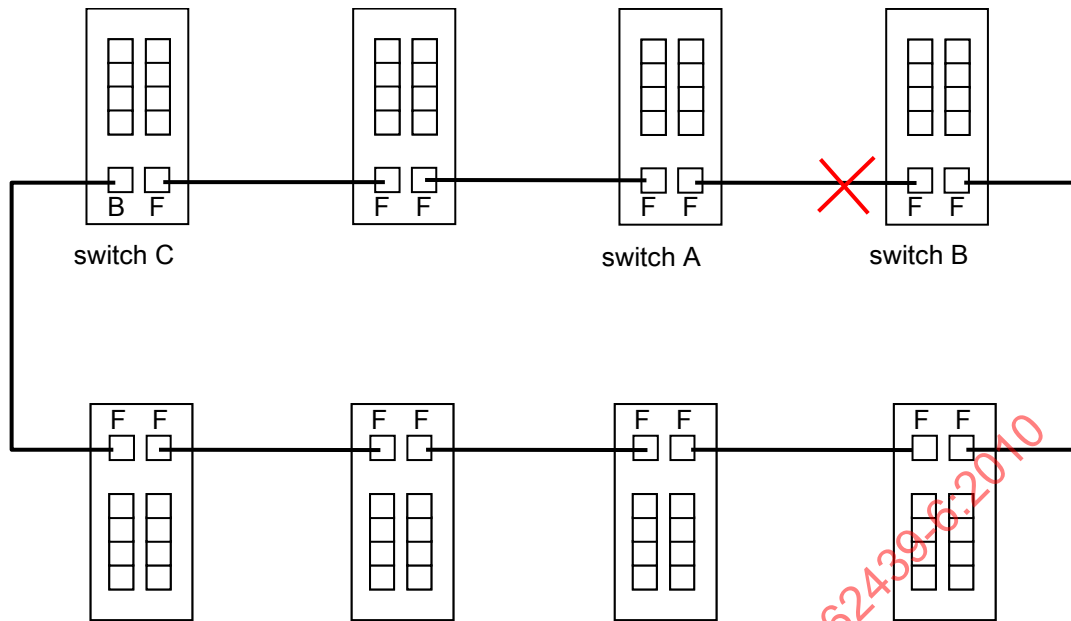
Dans un cycle (T), un seul nœud de commutation doit multidiffuser une trame `RingCheck` sur ses deux ports en anneau actifs afin de soumettre à essai le défaut de l'anneau à l'instant `Ring Check SendTimeOffset` depuis le début du cycle. Ensuite, ce commutateur doit attendre de recevoir ces deux trames `RingCheck` de la part des ports en anneau actifs opposés, respectivement (voir Figure 4). En d'autres termes, si la trame `RingCheck` est envoyée d'un port en anneau actif (`Ring1Port1`, par exemple), elle doit être retirée de l'autre port en anneau actif (`Ring1Port2`, par exemple) du réseau en anneau, et inversement dans l'autre sens. Si les trames `RingCheck` sont reçues des deux ports en anneau actifs, cela signifie qu'aucun anneau n'a fait l'objet d'un défaut. Sinon, il doit enregistrer ce défaut.

Dans un réseau `DRP`, la trame `LinkCheck` est définie pour détecter le défaut de maille inter-étage et le défaut du nœud de commutation. A l'instant `LinkCheckSendOffset` depuis le début de chaque cycle, chaque nœud de commutation doit multidiffuser la trame `LinkCheck` vers ses deux nœuds de commutation avoisinants par l'intermédiaire de ses deux ports en anneau actifs.

Chaque nœud de commutation doit recevoir les trames `LinkCheck` de ses deux nœuds de commutation avoisinants. Si le nœud de commutation reçoit une trame `LinkCheck` de l'un de ses ports en anneau actifs, cela signifie que le nœud de commutation avoisinant connecté à ce port en anneau est correct. Sinon, si un nœud de commutation ne reçoit pas la trame `LinkCheck` d'un port en anneau actif (`Ring1Port2`, par exemple) dans le temps `Link Check Time Limit` à partir du temps d'envoi `LinkCheck` $t_{\text{LinkCheck}}$ (voir Figure 4), cela signifie que la maille inter-étage ou son nœud avoisinant est défaillant.

5.3.2 Traitement dans un réseau en anneau simple

Dans le cas d'un réseau en anneau simple (voir Figure 7), les commutateurs A et B doivent annuler leurs bases de données de filtrage, placer le port en anneau correspondant à l'état `BLOCKING`, puis multidiffuser la trame `LinkAlarm` signalant un défaut (de maille inter-étage ou de commutateur). Le nœud de commutation (le commutateur C, par exemple) dont un port en anneau est à l'état `BLOCKING` doit basculer ledit port à l'état `FORWARDING` dès la réception de la trame `LinkAlarm`.



Légende

Anglais	Français
Switch A	Commutateur A
Switch B	Commutateur B
Switch C	Commutateur C

Figure 7 – Détection des défauts et reprise d'une redondance de topologie en anneau simple

Les deux nœuds de commutation (commutateurs A et B), qui ont détecté le défaut, comparent le DRPSequenceID de la trame LinkAlarm au DRPSequenceID local. Le nœud de commutation dont le DRPSequenceID local est le plus petit ne doit engager aucune action, l'autre nœud de commutation doit basculer son port en anneau dont l'état est BLOCKING à l'état FORWARDING.

Le nœud de commutation (commutateur D, par exemple), qui envoie la trame RingCheck dans le même cycle, doit multidiffuser la trame LinkChange afin de signaler le changement de topologie.

Suite à la réception de la trame LinkChange, chaque nœud de commutation doit vérifier son DRPSequenceID local avec le BLOCKINGPort_DRPSequenceID dans la trame LinkChange. S'ils sont différents, le nœud de commutation doit basculer son port en anneau de l'état BLOCKING à l'état FORWARDING.

Par conséquent, le réseau en anneau reprend avec un port en anneau à l'état BLOCKING.

5.3.3 Traitement dans un réseau en anneau double

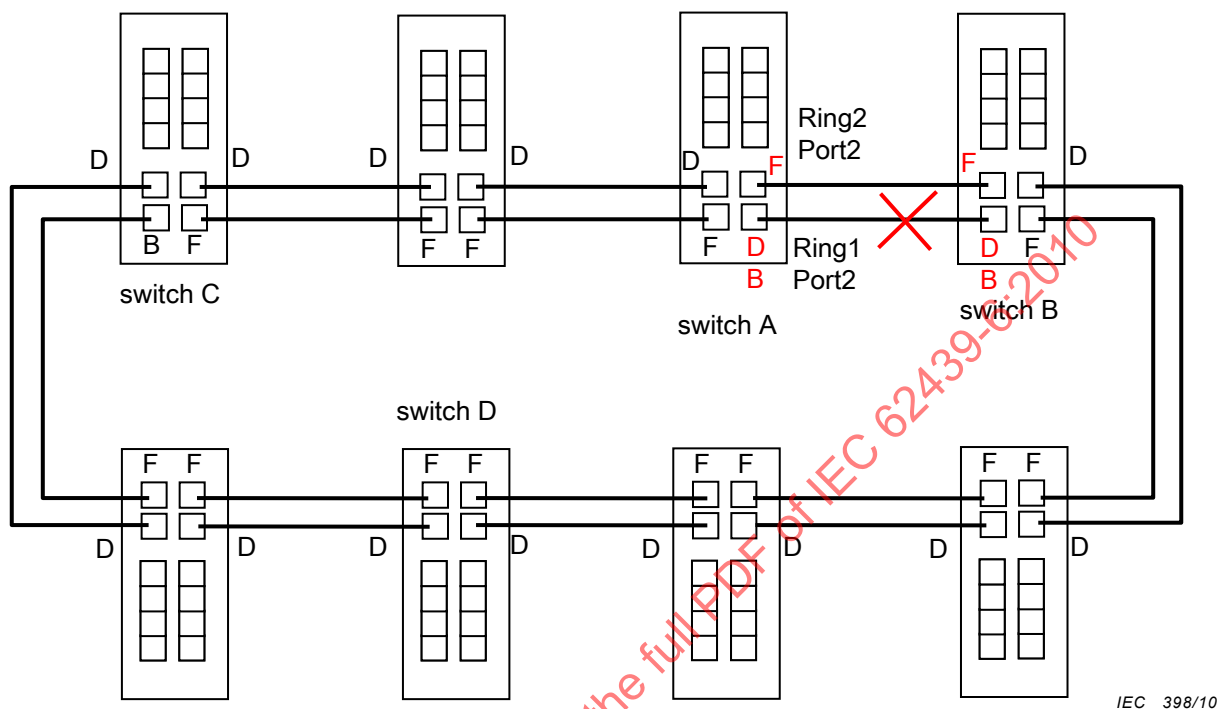
Dans le cas d'un réseau en anneau double (voir Figure 8):

Le commutateur A doit vérifier l'état de la liaison du port en anneau en attente correspondant (Ring2Port2, par exemple), qui doit être connecté au commutateur B:

Si la liaison du port en anneau Ring2Port2 est établie et que son état est DISABLED, le commutateur A doit le placer à l'état en cours du port en anneau Ring1Port2. Cela signifie

que si Ring1Port2 était à l'état FORWARDING, le port en anneau Ring2Port2 doit être placé à l'état FORWARDING, et inversement (voir Figure 8).

Dans le même temps, le commutateur A doit annuler sa base de données de filtrage et placer le port en anneau Ring1Port2 à l'état DISABLED.



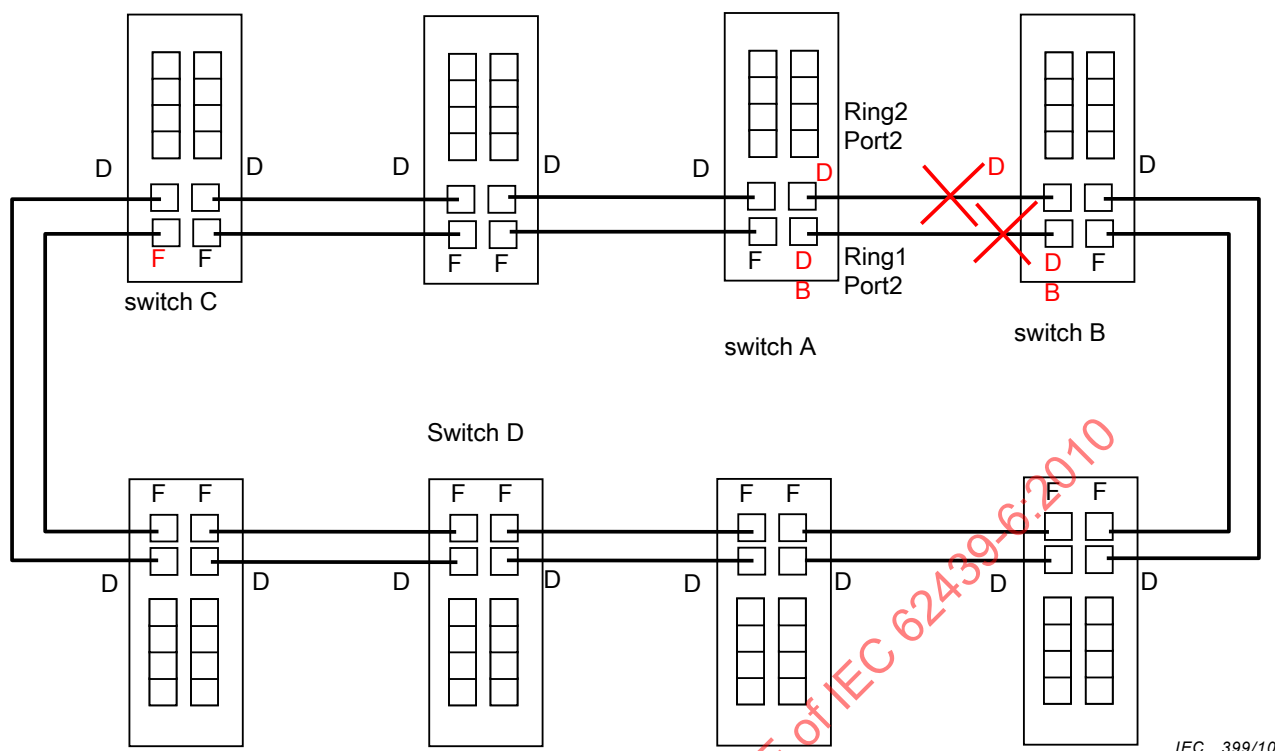
IEC 398/10

Légende

Anglais	Français
Switch A	Commutateur A
Switch B	Commutateur B
Switch C	Commutateur C
Switch D	Commutateur D
Ring2 Port2	Ring2 Port2
Ring1 Port2	Ring1 Port2

Figure 8 – Détection de défaut et reprise de maille inter-étage simple d'une redondance de topologie en anneau double

Si la liaison du port en anneau Ring2Port2 est interrompue (voir Figure 9), le commutateur A doit annuler sa base de données de filtrage, placer le port en anneau (Ring1Port2) à l'état BLOCKING, puis multidiffuser la trame LinkAlarm hors des deux ports en anneau actifs afin de signaler un défaut de maille inter-étage ou un défaut de commutateur.



IEC 399/10

Légende

Anglais	Français
Switch A	Commutateur A
Switch B	Commutateur B
Switch C	Commutateur C
Switch D	Commutateur D
Ring2 Port2	Ring2 Port2
Ring1 Port2	Ring1 Port2

Figure 9 – Détection de défaut et reprise de maille inter-étage double d'une redondance de topologie en anneau double

Le nœud de commutation (le commutateur C, par exemple), dont le port en anneau est à l'état BLOCKING, doit basculer ledit port à l'état FORWARDING dès la réception de la trame LinkAlarm.

Les deux nœuds de commutation (commutateurs A et B), qui ont détecté le défaut de maille inter-étage ou le défaut du nœud de commutation avoisinant, doivent comparer leurs DRPSequenceID. Le nœud de commutation dont le DRPSequenceID est le plus petit ne doit engager aucune action. L'autre nœud de commutation doit basculer son port en anneau de l'état BLOCKING à l'état FORWARDING.

Le nœud de commutation (commutateur D, par exemple), qui envoie la trame RingCheck dans le même cycle, doit multidiffuser la trame LinkChange afin de signaler le changement de topologie.

Suite à la réception de la trame LinkChange, chaque nœud de commutation doit vérifier son DRPSequenceID avec le paramètre BLOCKINGPort_DRPSequenceID dans la trame LinkChange. S'ils sont différents, le nœud de commutation doit basculer son port en anneau de l'état BLOCKING à l'état FORWARDING.

Par conséquent, le réseau en anneau reprend avec un port en anneau à l'état BLOCKING (Voir Figure 9).

5.4 Réparation du défaut de maille inter-étage

Lorsqu'une maille inter-étage défaillante est réparée et que sa liaison est rétablie, aucune action ne doit être engagée par l'un des nœuds de commutation de l'anneau.

5.5 Réparation d'un défaut de synchronisation

La reprise de l'horloge principale doit être traitée conformément à la CEI 61588 (IEEE 1588).

Si la synchronisation n'est pas aussi précise que son TargetTimeSyncClass spécifié dans la classe DRP, le nœud de commutation doit multidiffuser la trame LinkAlarm pour signaler un défaut de synchronisation.

Le TargetTimeSyncClass de la classe DRP est défini en fonction du temps de reprise requis. Il convient de définir TargetTimeSyncClass conformément au Tableau 1.

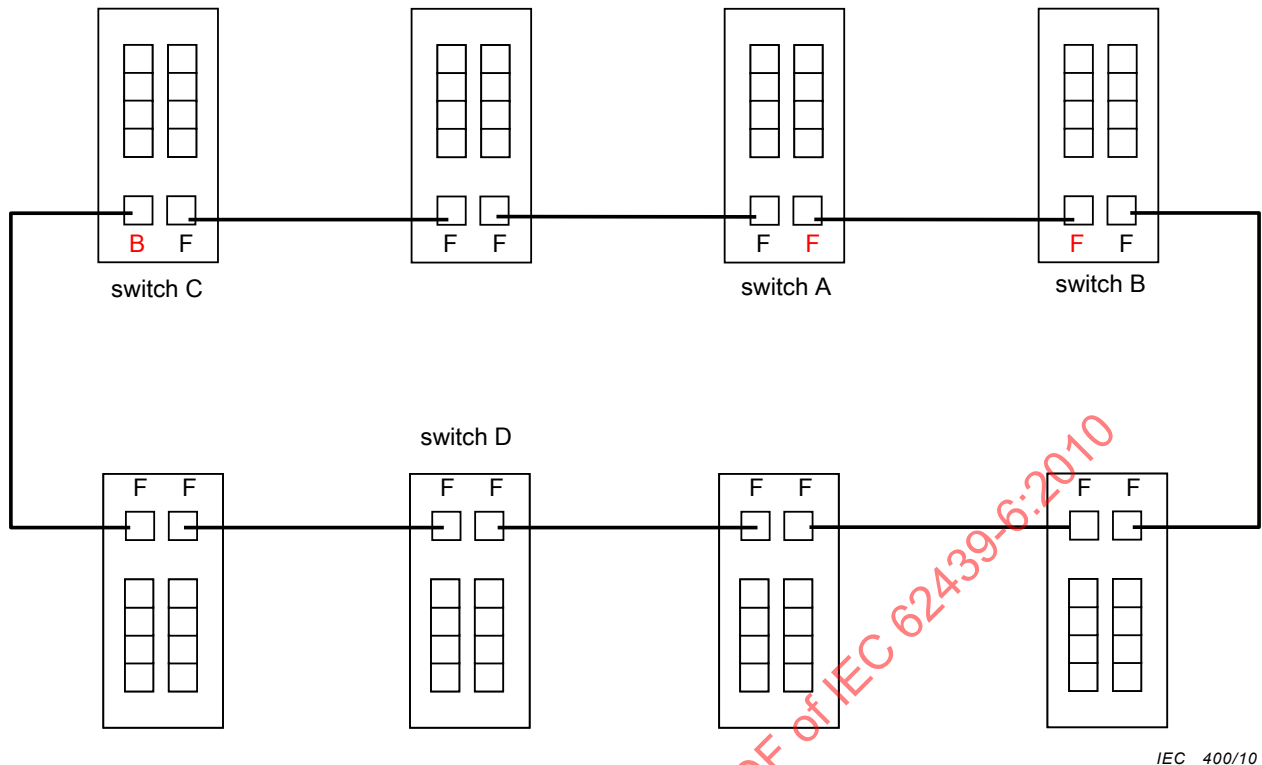
Tableau 1 – Relation entre le temps de reprise requis et TargetTimeSyncClass

Temps de reprise requis (ms)	TargetTimeSyncClass
100 000	1
10 000	2
1 000	3
100	4
10	5
1	6
0,1	7
0,01	8
0,001	9
0,000 1	10

5.6 Insertion d'un nœud de commutation réparé

Lorsqu'un nœud de commutation (le commutateur B, par exemple) est activé dans un réseau en anneau après avoir été réparé, il doit initialiser les états de ses deux ports en anneau actifs: les états de Ring1Port1 et de Ring1Port2 doivent être respectivement BLOCKING et FORWARDING. Ensuite, le nœud de commutation doit synchroniser son horloge locale avec l'horloge principale à l'aide du protocole CEI 61588 (IEEE 1588).

Avant de synchroniser l'horloge, le nœud de commutation inséré doit recevoir les trames DRP de ses deux ports en anneau actifs, mais ne doit pas en envoyer. Lors de la réception d'une trame RingCheck contenant un port en anneau à l'état BLOCKING, il doit comparer son DRPSequenceID à celui de la trame RingCheck. Si son DRPSequenceID est plus petit, le nœud de commutation ne doit engager aucune action. Sinon, l'autre nœud de commutation doit basculer son port en anneau de l'état BLOCKING à l'état FORWARDING.



IEC 400/10

Légende

Anglais	Français
Switch A	Commutateur A
Switch B	Commutateur B
Switch C	Commutateur C
Switch D	Commutateur D

Figure 10 – Insertion d'un nœud de commutation réparé

Dans le même temps, les nœuds de commutation avoisinants considèrent le nœud réparé (le commutateur B) comme un nœud défaillant, et doivent agir comme indiqué en 5.3.

Une fois synchronisé, le nœud de commutation inséré (commutateur B) peut fonctionner et envoyer des trames DRP (voir 5.2). Par la suite, chaque nœud de commutation doit comparer son DRPSquenceID avec celui de la trame RingCheck si cette dernière contient un port en anneau à l'état BLOCKING. Si son DRPSquenceID est plus petit, le nœud de commutation ne doit engager aucune action. Sinon, le nœud de commutation local doit remplacer l'état BLOCKING du port en anneau par l'état FORWARDING (voir Figure 10).

5.7 Insertion d'un nouveau nœud de commutation

Si un nœud de commutation non configuré est activé dans un réseau en anneau, il doit initialiser les états de ses deux ports en anneau actifs: les états de Ring1Port1 et de Ring1Port2 doivent être respectivement BLOCKING et FORWARDING. Ensuite, le nœud de commutation doit synchroniser son horloge avec l'horloge principale à l'aide du protocole CEI 61588 (IEEE 1588).

Le nœud de commutation inséré ne doit pas envoyer de trames DRP avant la synchronisation de l'horloge. Suite à la réception de la trame RingCheck provenant d'un autre nœud de commutation, le nouveau nœud de commutation doit immédiatement envoyer la trame DeviceAnnunciation.

Suite à la réception de la trame DeviceAnnunciation au cours de son cycle, le nœud de commutation doit attribuer un DRPSquenceID inutilisé au nouveau nœud de commutation.

Le nœud de commutation doit conserver le `DRPDeviceNumber` en fonction du `DRPSequenceID` attribué et envoyer immédiatement la trame `RingChange`.

Suite à la réception de cette trame `RingChange`, tous les nœuds de commutation de l'anneau doivent attribuer la valeur de `DRPDeviceNumber` de la trame reçue à `DRPDeviceNumber`.

De plus, le nouveau nœud de commutation doit également attribuer la valeur de `DRPSequenceID` de la trame reçue au `DRPSequenceID` local.

6 Spécification de classe DRP

Le DRP ASE définit un type d'objet comme indiqué au tableau ci-dessous.

La classe DRP est décrite par le modèle ci-dessous. L'objet de cette classe doit résider dans le nœud de commutation DRP.

ASE: ASE de redondance distribuée

CLASSE: Redondance distribuée

ID DE CLASSE: pas utilisé

CLASSE PARENTE: Protocole DRP IEEE 802.3 et ISO/CEI/TR 8802-1 (IEEE 802.1)

ATTRIBUTES:

1. (m) Attribut de clé: `DeviceID`
2. (m) Attribut: `ManufacturerName`
3. (m) Attribut: `DRPSequenceID`
4. (m) Attribut: `PD-Tag`
5. (m) Attribut: `Device MAC Address`
6. (m) Attribut: `DRPVersion`
7. (m) Attribut: `SoftwareVersion`
8. (m) Attribut: `HardwareVersion`
9. (o) Attribut: `VLAN ID`
10. (m) Attribut: `DRP Domain ID`
11. (m) Attribut: `Ring1 Port1 ID`
12. (m) Attribut: `Ring1 Port2 ID`
13. (m) Attribut: `Ring2 Port1 ID`
14. (m) Attribut: `Ring2 Port2 ID`
15. (m) Attribut: `Ring1 Port1 State`
16. (m) Attribut: `Ring1 Port2 State`
17. (m) Attribut: `Ring2 Port1 State`
18. (m) Attribut: `Ring2 Port2 State`
19. (m) Attribut: `Leaf Link State`
20. (m) Attribut: `Cycle`
21. (m) Attribut: `Ring Check SendTimeOffset`
22. (m) Attribut: `Ring Check Time Limit`
23. (m) Attribut: `DRPDeviceNumber`
24. (m) Attribut: `Link Check SendTimeOffset`
25. (m) Attribut: `Link Check Time Limit`
26. (m) Attribut: `Ring State`
27. (m) Attribut: `SynchronizationClockType`
28. (m) Attribut: `TargetTimeSyncClass`
29. (m) Attribut: `DRPDeviceState`
30. (m) Attribut: `TransmissionDelay`

SERVICES:

- 1 (m) OpsService: Read
- 2 (m) OpsService: Write

7 Attributs DRP

DeviceID

Cet attribut définit un identifiant unique pour un nœud de commutation.

Cet attribut doit être préalablement défini uniquement par le fabricant lors de sa génération.

Type de données: VisibleString[32]

ManufacturerName

Cet attribut définit le nom du fabricant.

Cet attribut doit être préalablement défini uniquement par le fabricant lors de sa génération.

Type de données: VisibleString[32]

DRPSequenceID

Cet attribut de clé définit le numéro de séquence unique dans un domaine de redondance DRP d'un nœud de commutation afin de transmettre la trame RingCheck.

Cet attribut peut être configuré par l'utilisateur final à l'aide d'un logiciel d'application ou par la trame RingChange. Cette valeur doit commencer à 0, puis doit être incrémentée de 1 d'un commutateur à l'autre. La valeur par défaut 0x00, qui doit être prédéfinie lors de la génération du nœud de commutation, indique que le nœud de commutation local n'a pas le droit d'envoyer la trame RingCheck.

Type de données: Unsigned16

PD-Tag

Cet attribut est défini par l'utilisateur final afin de décrire le nœud de commutation dans le système.

Cet attribut peut être configuré par l'utilisateur final à l'aide d'un logiciel d'application.

Type de données: VisibleString[32]

Device MAC Address

Cet attribut définit l'adresse MAC d'un nœud de commutation. L'adresse MAC du dispositif doit être différente de l'adresse MAC du port.

Cet attribut doit être préalablement défini par le fabricant lors de sa génération.

Type de données: OctetString[6]

DRPVersion

Cet attribut est défini pour la version du protocole DRP appliquée dans le nœud de commutation local.

Cet attribut doit être préalablement défini par le fabricant lors de sa génération.

Type de données: Unsigned16

SoftwareVersion

Cet attribut est défini par le fabricant pour désigner la version du logiciel.

Cet attribut doit être préalablement défini par le fabricant lors de sa génération.

Type de données: Unsigned16

HardwareVersion

Cet attribut est défini par le fabricant pour désigner la version du matériel.

Cet attribut doit être préalablement défini par le fabricant lors de sa génération.

Type de données: Unsigned16

VLAN ID

Cet attribut contient la valeur de l'identifiant VLAN.

Cet attribut peut être configuré par l'utilisateur final à l'aide d'un logiciel d'application.

Type de données: Unsigned16

DRP Domain ID

Cet attribut contient la valeur de l'identifiant de domaine de redondance DRP.

Cet attribut peut être configuré par l'utilisateur final à l'aide d'un logiciel d'application.

Type de données: Unsigned16

Ring1 Port1 ID

Cet attribut spécifie l'ID de port du port en anneau Ring1 Port1 du nœud de commutation.
Type de données: Unsigned16

Ring1 Port2 ID

Cet attribut spécifie l'ID de port du port en anneau Ring1 Port2 du nœud de commutation.
Type de données: Unsigned16

Ring2 Port1 ID

Cet attribut spécifie l'ID de port du port en anneau Ring2 Port1 du nœud de commutation.
Type de données: Unsigned16

Ring2 Port2 ID

Cet attribut spécifie l'ID de port du port en anneau Ring2 Port2 du nœud de commutation.
Type de données: Unsigned16

Ring1 Port1 State

Cet attribut spécifie l'état du port Ring1Port1:

0 = DISABLED

1 = BLOCKING

2 = FORWARDING

Type de données: Unsigned8

Ring1Port1 doit être le port en anneau actif et l'utilisateur ne doit pas modifier sa valeur.

Ring1 Port2 State

Cet attribut spécifie l'état du port Ring1Port2:

0 = DISABLED

1 = BLOCKING

2 = FORWARDING

Type de données: Unsigned8

Ring1Port2 doit être le port en anneau actif et l'utilisateur ne doit pas modifier sa valeur.

Ring2 Port1 State

Cet attribut spécifie l'état du port Ring2Port1:

0 = DISABLED

1 = BLOCKING

2 = FORWARDING

0xff = NON-EXISTENT

Autres = réservés

Type de données: Unsigned8

La valeur initiale de Ring2Port1 doit être NON-EXISTENT. Cet attribut ne doit avoir aucune fonction dans une topologie en anneau simple.

Ring2 Port2 State

Cet attribut spécifie l'état du port Ring2Port2:

0 = DISABLED

1 = BLOCKING

2 = FORWARDING

0xff = NON-EXISTENT

Autres = réservés

Type de données: Unsigned8

La valeur initiale de Ring2Port2 doit être NON-EXISTENT. Cet attribut ne doit avoir aucune fonction dans une topologie en anneau simple.

Leaf Link State

Cet attribut décrit l'état de toutes les liaisons de nœud terminal d'un nœud de commutation. Un bit de cet attribut mappe vers une liaison de nœud terminal du nœud de commutation. Cet attribut est défini pour signaler l'établissement ou l'interruption de liaison des liaisons de nœud terminal d'un nœud de commutation. La signification de chaque bit est la suivante:

0 = LINKUP

1 = LINKDOWN

Type de données: OctetString[8]

Cet attribut est modifié par le nœud de commutation et ne doit pas être écrit par l'utilisateur.

Cycle

Cet attribut définit la période de communication de chaque nœud.

Cet attribut doit être configuré par l'utilisateur final à l'aide d'un logiciel d'application. La valeur initiale 0xFFFFFFFFFFFFFFFF indique que cet attribut n'a pas été configuré.

Type de données: Différence de temps

Ring Check SendTimeOffset

Cet attribut définit le décalage horaire d'un nœud de commutation quant à la transmission de la trame RingCheck depuis le début d'un cycle.

Cet attribut doit être configuré par l'utilisateur final à l'aide d'un logiciel d'application. La valeur initiale 0xFFFFFFFFFFFFFFFF indique que cet attribut n'a pas été configuré.

Type de données: Différence de temps

Ring Check Time Limit

Cet attribut définit la limite de temps pour l'évaluation d'une anomalie de l'anneau du réseau.

Cet attribut doit être configuré par l'utilisateur final à l'aide d'un logiciel d'application. La valeur initiale 0xFFFFFFFFFFFFFFFF indique que cet attribut n'a pas été configuré.

Type de données: Différence de temps

DRPDeviceNumber

Cet attribut spécifie le nombre total de nœuds de commutation DRP connectés dans un domaine de redondance.

Cet attribut doit être configuré par l'utilisateur final à l'aide d'un logiciel d'application.

Type de données: Unsigned16

Link Check SendTimeOffset

Cet attribut définit l'intervalle de temps entre le début du cycle d'un nœud de commutation local et l'envoi de la trame LinkCheck.

Cet attribut doit être configuré par l'utilisateur final à l'aide d'un logiciel d'application. La valeur par défaut 0xFFFFFFFFFFFFFFFF indique que cet attribut n'a pas été configuré.

Type de données: Différence de temps

Link Check Time Limit

Cet attribut définit la limite de temps disponible pour qu'un nœud de commutation évalue un défaut de maille inter-étage ou de commutateur avoisinant.

Cet attribut doit être configuré par l'utilisateur final à l'aide d'un logiciel d'application. La valeur par défaut 0xFFFFFFFFFFFFFFFF indique que cet attribut n'a pas été configuré.

Type de données: Différence de temps

Ring State

Cet attribut spécifie l'état de l'anneau:

0 = CLOSED, si le nœud de commutation peut recevoir sa trame RingCheck;

1 = OPEN, si le nœud de commutation ne peut pas recevoir sa trame RingCheck;

Type de données: Unsigned8

Cet attribut est modifié par le nœud de commutation et ne doit pas être écrit par l'utilisateur final.

SynchronizationClockType

Cet attribut spécifie le type de synchronisation d'horloge:

0 = BOUNDARY

1 = TRANSPARENT

Autres = réservés

Type de données: Unsigned8

Cet attribut doit être configuré par l'utilisateur final à l'aide d'un logiciel d'application. La valeur par défaut 0x00 indique que ce nœud de commutation utilise la synchronisation d'horloge BOUNDARY.

TargetTimeSyncClass

Cet attribut indique l'exactitude de synchronisation souhaitée par le client temporel.

0 = pas d'exigence d'exactitude;

- 1 = Exactitude de synchronisation <1 s;
- 2 = Exactitude de synchronisation <100 ms;
- 3 = Exactitude de synchronisation <10 ms;
- 4 = Exactitude de synchronisation <1 ms;
- 5 = Exactitude de synchronisation <100 µs;
- 6 = Exactitude de synchronisation <10 µs;
- 7 = Exactitude de synchronisation <1 µs;
- 8 = Exactitude de synchronisation <100 ns;
- 9 = Exactitude de synchronisation <10 ns;
- 10 = Exactitude de synchronisation <1 ns.

Type de données: Unsigned32

Cet attribut doit être configuré par l'utilisateur final à l'aide d'un logiciel d'application. Cet attribut est défini en fonction du temps de reprise requis du système. Tous les commutateurs DRP d'un réseau en anneau doivent avoir le même attribut TargetTimeSyncClass.

DRPDeviceState

Cet attribut définit les états des nœuds de commutation DRP connectés dans un domaine de redondance. Un bit de cet attribut mappe vers un nœud de commutation du domaine de redondance. Cet attribut est défini afin d'enregistrer l'état de fonctionnement ou l'état défaillant du nœud de commutation. La signification de chaque bit est la suivante:

0 = état défaillant

1 = état de fonctionnement

Type de données: VisibleString[128]

Cet attribut est modifié par le nœud de commutation et ne doit pas être écrit par l'utilisateur final.

TransmissionDelay

Cet attribut définit le délai de transmission de la trame DRP dans le nœud de commutation DRP.

Cet attribut doit être configuré par l'utilisateur final à l'aide d'un logiciel d'application. La valeur par défaut 0xFFFFFFFFFFFFFFFF indique que cet attribut n'a pas été configuré.

Type de données: Différence de temps

8 Services DRP

8.1 Read

Ce service permet de lire les attributs d'un nœud de commutation DRP.

Les paramètres du service Read sont spécifiés au Tableau 2.

Tableau 2 – Paramètres du service Read

Nom du paramètre	Req	Ind	Rsp	Cnf
Argument	M			
MessageID	M	M(=)		
DeviceID	M	M(=)		
Result(+)				S
MessageID			M	M(=)
ManufacturerName			M	M(=)
DRPSequenceID			M	M(=)
PD-Tag			M	M(=)
Device MAC Address			M	M(=)
DRPVersion			M	M(=)
SoftwareVersion			M	M(=)

Nom du paramètre	Req	Ind	Rsp	Cnf
HardwareVersion			M	M(=)
VLAN ID			M	M(=)
DRP Domain ID			M	M(=)
DRPSequenceID			M	M(=)
Ring1 Port1 ID			M	M(=)
Ring1 Port2 ID			M	M(=)
Ring2 Port1 ID			M	M(=)
Ring2 Port2 ID			M	M(=)
Ring1 Port 1 State			M	M(=)
Ring1 Port 2 State			M	M(=)
Ring2 Port 1 State			M	M(=)
Ring2 Port 2 State			M	M(=)
Leaf Link State			M	M(=)
Cycle			M	M(=)
Ring Check SendTimeOffset			M	M(=)
Ring Check Time Limit			M	M(=)
DRPDeviceNumber			M	M(=)
Link Check Send TimeOffset			M	M(=)
Link Check Time Limit			M	M(=)
Ring State			M	M(=)
SynchronizationClockType			M	M(=)
TargetTimeSyncClass			M	M(=)
DRPDeviceState			M	M(=)
TransmissionDelay			M	M(=)
Result(-)				S
MessageID			M	M(=)
DeviceID			M	M(=)
Fault Code			M	M(=)
NOTE. Pour connaître la signification de Req, Ind, Rsp, Cnf, M, U et S, voir ISO/CEI 10164-1.				

Argument

L'argument contient les paramètres de la demande de service.

MessageID

Ce paramètre contient le nombre de fois que ce service a été appelé depuis la mise sous tension. A chaque appel de ce service, la valeur de ce paramètre est incrémentée de 1.

DeviceID

Ce paramètre contient le DeviceID du nœud de commutation.

ManufacturerName

Ce paramètre contient le nom du fabricant du nœud de commutation.

DRPSequenceID

Ce paramètre contient le DRPSequenceID du nœud de commutation.

PD-Tag

Ce paramètre contient le PD-Tag du nœud de commutation.

Device MAC Address

Ce paramètre contient l'adresse MAC du nœud de commutation.

DRPVersion

Ce paramètre contient le DRPVersion du nœud de commutation.

SoftwareVersion

Ce paramètre contient la version logicielle du nœud de commutation.

HardwareVersion

Ce paramètre contient la version matérielle du nœud de commutation.

VLAN ID

Ce paramètre contient l'identifiant VLAN du nœud de commutation.

DRP Domain ID

Ce paramètre contient la valeur de l'identifiant de domaine de redondance DRP.

Ring1 Port1 ID

Ce paramètre contient l'ID de port prédéfini du port en anneau Ring1 Port1 du nœud de commutation.

Ring1 Port2 ID

Ce paramètre contient l'ID de port prédéfini du port en anneau Ring1 Port2 du nœud de commutation.

Ring2 Port1 ID

Ce paramètre contient l'ID de port prédéfini du port en anneau Ring2 Port1 du nœud de commutation.

Ring2 Port2 ID

Ce paramètre contient l'ID de port prédéfini du port en anneau Ring2 Port2 du nœud de commutation.

Ring1 Port 1 State

Ce paramètre contient l'état du port en anneau de Ring1Port1.

Ring1 Port 2 State

Ce paramètre contient l'état du port en anneau de Ring1Port2.

Ring2 Port 1 State

Ce paramètre contient l'état du port en anneau de Ring2Port1.

Ring2 Port 2 State

Ce paramètre contient l'état du port en anneau de Ring2Port2.

Leaf Link State

Ce paramètre contient l'état d'établissement ou d'interruption de liaison de chaque liaison de nœud terminal du nœud de commutation.

Cycle

Ce paramètre contient la valeur du cycle du nœud.

Ring Check SendTimeOffset

Ce paramètre contient la valeur de l'attribut Ring Check SendTimeOffset du nœud de commutation.

Ring Check Time Limit

Ce paramètre contient la valeur de l'attribut Ring Check Time Limit du nœud de commutation.

DRPDeviceNumber

Ce paramètre contient la valeur de l'attribut DRPDeviceNumber du nœud de commutation.

Link Check SendTimeOffset

Ce paramètre contient la valeur de l'attribut Link Check SendTimeOffset du nœud de commutation.

Link Check Time Limit

Ce paramètre contient la valeur de l'attribut Link Check Time Limit du nœud de commutation.

Ring State

Ce paramètre contient la valeur de l'attribut Ring State du nœud de commutation.

SynchronizationClockType

Ce paramètre contient la valeur de l'attribut SynchronizationClockType du nœud de commutation.

TargetTimeSyncClass

Ce paramètre contient la valeur de l'exactitude de synchronisation prise en charge par le client temporel.

DRPDeviceState

Ce paramètre spécifie les états des nœuds de commutation DRP connectés dans un domaine de redondance.

TransmissionDelay

Ce paramètre spécifie le délai de transmission de la trame DRP dans le nœud de commutation DRP.

Fault Code

Ce paramètre spécifie le type de défaillance.

8.2 Write

Ce service permet de configurer les attributs d'un nœud de commutation DRP.

Les paramètres du service sont spécifiés au Tableau 3.

Tableau 3 – Paramètres du service Write

Nom du paramètre	Req	Ind	Rsp	Cnf
Argument	M			
MessageID	M	M(=)		
DeviceID	M	M(=)		
DRPSequenceID	M	M(=)		
PD-Tag	M	M(=)		
DRP Domain ID	M	M(=)		
VLAN ID	M	M(=)		
Ring1 Port1 ID	M	M(=)		
Ring1 Port2 ID	M	M(=)		
Ring2 Port1 ID	M	M(=)		
Ring2 Port2 ID	M	M(=)		
Ring2 Port 1 State	M	M(=)		
Ring2 Port 2 State	M	M(=)		
Cycle	M	M(=)		
Ring Check Send TimeOffset	M	M(=)		
Ring Check Time Limit	M	M(=)		
DRPDeviceNumber	M	M(=)		
Link Check Send TimeOffset	M	M(=)		

Nom du paramètre	Req	Ind	Rsp	Cnf
Link Check Time Limit	M	M(=)		
SynchronizationClockType	M	M(=)		
TargetTimeSyncClass	M	M(=)		
TransmissionDelay	M	M(=)		
Result(+)				S
MessageID			M	M(=)
DeviceID			M	M(=)
Result(-)				S
MessageID			M	M(=)
DeviceID			M	M(=)
Fault Code			M	M(=)
NOTE Pour connaître la signification de Req, Ind, Rsp, Cnf, M, U et S, voir ISO/CEI 10164-1.				

Argument

L'argument contient les paramètres de la demande de service.

MessageID

Ce paramètre contient le nombre de fois que ce service a été appelé depuis la mise sous tension. A chaque appel de ce service, la valeur de ce paramètre est incrémentée de 1.

DeviceID

Ce paramètre contient le DeviceID du nœud de commutation.

DRPSequenceID

Ce paramètre contient le DRPSequenceID du nœud de commutation.

PD-Tag

Ce paramètre contient la valeur prédéfinie de PD-Tag du nœud de commutation.

DRP Domain ID

Ce paramètre contient la valeur prédéfinie de DRP Domain ID du nœud de commutation.

VLAN ID

Ce paramètre contient la valeur prédéfinie de VLAN ID du nœud de commutation.

Ring1 Port1 ID

Ce paramètre contient l'ID de port prédéfini du port en anneau Ring1 Port1 du nœud de commutation.

Ring1 Port2 ID

Ce paramètre contient l'ID de port prédéfini du port en anneau Ring1 Port2 du nœud de commutation.

Ring2 Port1 ID

Ce paramètre contient l'ID de port prédéfini du port en anneau Ring2 Port1 du nœud de commutation.

Ring2 Port2 ID

Ce paramètre contient l'ID de port prédéfini du port en anneau Ring2 Port2 du nœud de commutation.

Ring2 Port 1 State

Ce paramètre contient la valeur prédéfinie de l'état du port en anneau Ring2 Port1 du nœud de commutation.

Ring2 Port 2 State

Ce paramètre contient la valeur prédéfinie de l'état du port en anneau Ring2 Port2 du nœud de commutation.

Cycle

Ce paramètre contient la valeur du cycle du commutateur.

Ring Check SendTimeOffset

Ce paramètre contient la valeur prédéfinie de Ring Check SendTimeOffset du nœud de commutation.

Ring Check Time Limit

Ce paramètre contient la valeur prédéfinie de Ring Check Time Limit du nœud de commutation.

DRPDeviceNumber

Ce paramètre contient la valeur prédéfinie de DRP Device Number du nœud de commutation.

Link Check SendTimeOffset

Ce paramètre contient la valeur prédéfinie de Link Check SendTimeOffset du nœud de commutation.

Link Check Time Limit

Ce paramètre contient la valeur prédéfinie de Link Check Time Limit du nœud de commutation.

SynchronizationClockType

Ce paramètre contient la valeur prédéfinie de SynchronizationClockType du nœud de commutation.

TargetTimeSyncClass

Ce paramètre contient la valeur de l'exactitude de synchronisation prise en charge par le client temporel.

TransmissionDelay

Ce paramètre spécifie le délai de transmission de la trame DRP dans le nœud de commutation DRP.

Fault Code

Ce paramètre spécifie le type de défaillance.

9 Spécification du protocole DRP

9.1 Codage des types de base

Les types de données doivent être codés conformément à la série CEI 61158.

9.2 Codage d'ErrorDescription

Le type ErrorDescription est composé d'un champ Error Type et Error Code.

```
{
  Unsigned8 Error Type;
  Unsigned8 Error Code;
}
```

Le champ Error Type est codé en Unsigned8, sa valeur représentant la classe d'erreur. La valeur de ce champ est spécifiée au Tableau 4.

Tableau 4 – Définition d'Error Type

Valeur (hexadécimale)	Signification	Utilisation
0x00	Erreur du service Read/Write	obligatoire
0x01	Défaut de liaison dans l'anneau	obligatoire
0x02	Pas de synchronisation	obligatoire
0x03 – 0xFF	Réservée	

Le champ Error Code est codé en Unsigned8 et donne une description plus concrète des erreurs. Ce champ doit être codé avec les valeurs conformes au Tableau 5.

Tableau 5 – Définition d'Error Code

Valeur (hexadécimale)	Signification	Utilisation
0x00	mémoire-indisponible	obligatoire
0x01	conflit d'état de l'objet	obligatoire
0x02	conflit de contrainte de l'objet	obligatoire
0x03	paramètre incohérent	obligatoire
0x04	paramètre illégal	obligatoire
0x05	Erreur de taille	obligatoire
0x06	Interruption de liaison	obligatoire
0x07	Délai LinkCheck	obligatoire
0x08 – 0xFF	Réservée	

9.3 Codage de la classe DRP

Le codage de la classe DRP est spécifié au Tableau 6.

Tableau 6 – Définition de la classe DRP

N°	Nom du paramètre	Type de données	Décalage d'octet	Longueur d'octet	Description
1	DeviceID	OctetString	0	32	identifiant unique du nœud de commutation
2	ManufacturerName	OctetString	32	32	nom du fabricant
3	DRPSequenceID	Unsigned16	64	2	numéro de séquence unique dans un domaine de redondance DRP d'un nœud de commutation pour transmettre la trame RingCheck
4	PD-Tag	OctetString	66	32	description du nœud de commutation
5	Device MAC Address	OctetString	98	6	adresse MAC du nœud de commutation
6	DRPVersion	Unsigned16	104	2	version du protocole DRP appliquée dans le nœud de commutation local
7	SoftwareVersion	Unsigned16	106	2	version logicielle du nœud de commutation local
8	HardwareVersion	Unsigned16	108	2	version matérielle du nœud de commutation
9	VLAN ID	Unsigned16	110	2	valeur de l'identifiant VLAN

N°	Nom du paramètre	Type de données	Décalage d'octet	Longueur d'octet	Description
10	DRP Domain ID	Unsigned16	112	2	identifiant du domaine de redondance DRP
11	Ring1 Port1 ID	Unsigned16	114	2	ID de port de Ring1Port1
12	Ring1 Port2 ID	Unsigned16	116	2	ID de port de Ring1Port2
13	Ring2 Port1 ID	Unsigned16	118	2	ID de port de Ring2Port1
14	Ring2 Port2 ID	Unsigned16	120	2	ID de port de Ring2Port2
15	Ring1 Port1 State	Unsigned8	122	1	état de Ring1Port1
16	Ring1 Port2 State	Unsigned8	123	1	état de Ring1Port2
17	Ring2 Port1 State	Unsigned8	124	1	état de Ring2Port1
18	Ring2 Port2 State	Unsigned8	125	1	état de Ring2Port2
19	Leaf Link State	OctetString	126	8	état de toutes les liaisons de nœud terminal du nœud de commutation
20	Cycle	Différence de temps	134	8	période de communication du domaine de redondance
21	Ring Check SendTimeOffset	Différence de temps	142	8	décalage horaire d'un nœud de commutation quant à la transmission de la trame RingCheck depuis le début d'un cycle
22	Ring Check Time Limit	Différence de temps	150	8	limite de temps pour l'évaluation d'une anomalie de l'anneau du réseau
23	DRPDeviceNumber	Unsigned16	158	2	nombre total de nœuds de commutation DRP d'un domaine de redondance
24	Link Check SendTimeOffset	Différence de temps	160	8	intervalle de temps entre le début du cycle d'un nœud de commutation local et l'envoi de la trame LinkCheck.
25	Link Check Time Limit	Différence de temps	168	8	limite de temps disponible pour qu'un nœud évalue un défaut de maille inter-étage ou de commutateur avoisinant
26	Ring State	Unsigned8	176	1	état de l'anneau
27	SynchronizationClockType	Unsigned8	177	1	type de synchronisation d'horloge
28	TargetTimeSyncClass	Unsigned32	178	4	exactitude de synchronisation requise en fonction du client temporel
29	DRPDeviceState	VisibleString128	182	128	états des nœuds de commutation DRP connectés d'un domaine de redondance
30	TransmissionDelay	Différence de temps	310	8	délai de transmission de la trame DRP dans le nœud de commutation DRP

9.4 Description du PDU

9.4.1 Codage de DRP DLPDU

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

L'OUI (Organizationally Unique Identifier) de DRP est 01-15-4E. Il doit être défini conformément au Tableau 7.

Tableau 7 – OUI DRP

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 DRP-PDU, la valeur de l'adresse de destination doit être définie conformément au Tableau 8.

Tableau 8 – DRP MulticastMACAddress

Valeur OUI (Multidiffusion) (hexadécimale)	Valeur ExtensionIdentifier (hexadécimale)	Signification
01-15-4E	00-03-00	Réservée
01-15-4E	00-03-01	Adresse MAC multidiffusion des trames DRP RingCheck, LinkCheck, LinkAlarm, LinkChange, DeviceAnnunciation et RingChange frames
01-15-4E	00-03-02 à 00-03-FF	Réservée

9.4.2 Codage de DLSDU

Le codage et le décodage des champs de DLSDU doivent être conformes à l'IEEE 802.1Q. DRP DLSDU est codé comme indiqué au Tableau 9.

Tableau 9 – Codage de DLSDU

VLAN	LT	DRP PDU
------	----	---------

Le champ VLAN peut être ignoré en cas de transfert 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.

9.4.3 Codage de VLAN

Le codage et le décodage des champs de VLAN doivent être conformes à IEEE 802.1Q. Le champ VLAN est facultatif pour DRP. La priorité de VLAN doit être établie à 7 pour les trames DRP.

9.4.4 Ethertype

Le champ LT doit être codé en tant que type de données Unsigned16 avec une valeur définie sur 0x8907.

9.4.5 Codage de DRP PDU

DRP PDU doit être codé comme indiqué au Tableau 10.

Tableau 10 – Codage de DRP PDU

Version	DRP_Type	Length	MessageID	DRP_DATA
---------	----------	--------	-----------	----------

Le champ Version doit contenir la version de protocole DRP appliquée dans ce nœud de commutation en tant que type de données Unsigned8.

Le champ DRP_Type doit être codé en tant que type de données Unsigned8. Il est défini afin d'identifier les trames DRP. Ce champ doit être codé avec les valeurs conformes au Tableau 11.

Tableau 11 – Définition DRP_Type

Valeur (hexadécimale)	Signification	Utilisation
0x00	RingCheck	obligatoire
0x01	LinkCheck	obligatoire
0x02	LinkAlarm	obligatoire
0x03	LinkChange	obligatoire
0x04	Trame Read.req	obligatoire
0x05	Trame Read.rsp(+)	obligatoire
0x06	Trame Read.rsp(-)	obligatoire
0x07	Trame Write.req	obligatoire
0x08	Trame Write.rsp(+)	obligatoire
0x09	Trame Write.rsp(-)	obligatoire
0x0A	Trame DeviceAnnunciation	obligatoire
0x0B	Trame RingChange	obligatoire
0x0C – 0xFF	Réservée	

Le champ Length contient la taille de DRP_DATA en octets, en tant que type de données Unsigned16.

Le champ MessageID doit être codé en tant que type de données Unsigned16. Il permet d'identifier la duplication de trames DRP dans l'anneau. Pour chaque nœud de commutation, la valeur de MessageID doit commencer à 1 et être incrémentée de 1.

Le champ DRP_DATA contient les données des trames DRP, spécifiées en 9.4.6.

9.4.6 Codage de DRP_DATA

9.4.6.1 Codage de RingCheck

La trame RingCheck est codée comme indiqué au Tableau 12.

Tableau 12 – Codage de la trame RingCheck

N°	Nom du paramètre	Type de données	Décalage d'octet	Longueur d'octet	Description
1	DeviceID	OctetString	0	32	identifiant unique du nœud de commutation
2	ManufacturerName	OctetString	32	32	nom du fabricant
3	DRPSequenceID	Unsigned16	64	2	numéro de séquence unique dans un domaine de redondance DRP d'un nœud de commutation pour transmettre la trame RingCheck
4	PD-Tag	OctetString	66	32	description du nœud de commutation
5	Device MAC Address	OctetString	98	6	adresse MAC du nœud de commutation
6	SoftwareVersion	Unsigned16	104	2	version logicielle du nœud de commutation
7	HardwareVersion	Unsigned16	106	2	version matérielle du nœud de commutation
8	VLAN ID	Unsigned16	108	2	valeur de l'identifiant VLAN
9	DRP Domain ID	Unsigned16	110	2	identifiant du domaine de redondance DRP
10	Ring1 Port1 State	Unsigned8	112	1	état de Ring1Port1
11	Ring1 Port2 State	Unsigned8	113	1	état de Ring1Port2
12	Ring2 Port1 State	Unsigned8	114	1	état de Ring2Port1
13	Ring2 Port2 State	Unsigned8	115	1	état de Ring2Port2
14	Leaf Link State	OctetString	116	8	état de toutes les liaisons de nœud terminal du nœud de commutation
15	Cycle	Différence de temps	124	8	période de communication du domaine de redondance
16	Ring Check SendTimeOffset	Différence de temps	132	8	décalage horaire d'un nœud de commutation quant à la transmission de la trame RingCheck depuis le début d'un cycle.
17	Ring Check Time Limit	Différence de temps	140	8	limite de temps pour l'évaluation d'une anomalie de l'anneau du réseau
18	DRPDeviceNumber	Unsigned16	148	2	nombre total de nœuds de commutation DRP d'un domaine de redondance
19	Link Check SendTimeOffset	Différence de temps	150	8	intervalle de temps entre le début du cycle d'un nœud de commutation local et l'envoi de la trame LinkCheck
20	Link Check Time Limit	Différence de temps	158	8	limite de temps disponible pour qu'un nœud évalue un défaut de maille inter-étage ou de commutateur

N°	Nom du paramètre	Type de données	Décalage d'octet	Longueur d'octet	Description
					avoisinant
21	Ring State	Unsigned8	166	1	état de l'anneau
22	SynchronizationClockType	Unsigned8	167	1	type de synchronisation d'horloge
23	TargetTimeSyncClass	Unsigned32	168	4	exactitude de synchronisation requise en fonction du client temporel
24	TransmissionDelay	Différence de temps	172	8	délai de transmission de la trame DRP dans le nœud de commutation DRP

9.4.6.2 Codage de DeviceAnnunciation

La trame DeviceAnnunciation est codée comme indiqué au Tableau 13.

Tableau 13 – Codage de la trame DeviceAnnunciation

N°	Nom du paramètre	Type de données	Décalage d'octet	Longueur d'octet	Description
1	DeviceID	OctetString	0	32	identifiant unique du nœud de commutation
2	ManufacturerName	OctetString	32	32	nom du fabricant
3	PD-Tag	OctetString	64	32	description du nœud de commutation
4	Device MAC Address	OctetString	96	6	adresse MAC du nœud de commutation
5	SoftwareVersion	Unsigned16	102	2	version logicielle du nœud de commutation
6	HardwareVersion	Unsigned16	104	2	version matérielle du nœud de commutation
7	VLAN ID	Unsigned16	106	2	valeur de l'identifiant VLAN
8	DRP Domain ID	Unsigned16	108	2	identifiant du domaine de redondance DRP
9	Ring1 Port1 State	Unsigned8	110	1	état de Ring1Port1
10	Ring1 Port2 State	Unsigned8	111	1	état de Ring1Port2
11	Ring2 Port1 State	Unsigned8	112	1	état de Ring2Port1
12	Ring2 Port2 State	Unsigned8	113	1	état de Ring2Port2
13	Leaf Link State	OctetString	114	8	état de toutes les liaisons de nœud terminal du nœud de commutation
14	Cycle	Différence de temps	122	8	période de communication du domaine de redondance
15	Ring Check SendTimeOffset	Différence de temps	130	8	décalage horaire d'un nœud de commutation quant à la transmission de la trame RingCheck depuis le début d'un cycle
16	Ring Check Time Limit	Différence de temps	138	8	limite de temps pour l'évaluation d'une anomalie de l'anneau

N°	Nom du paramètre	Type de données	Décalage d'octet	Longueur d'octet	Description
					du réseau
17	Link Check SendTimeOffset	Différence de temps	146	8	intervalle de temps entre le début du cycle d'un nœud de commutation local et l'envoi de la trame LinkCheck
18	Link Check Time Limit	Différence de temps	154	8	limite de temps disponible pour qu'un nœud évalue un défaut de maille inter-étage ou de commutateur avoisinant
19	Ring State	Unsigned8	162	1	état de l'anneau
20	SynchronizationClockType	Unsigned8	163	1	type de synchronisation d'horloge
21	TargetTimeSyncClass	Unsigned32	164	4	exactitude de synchronisation requise en fonction du client temporel
22	TransmissionDelay	Différence de temps	168	8	délai de transmission de la trame DRP dans le nœud de commutation DRP

9.4.6.3 Codage de RingChange

La trame RingChange est codée comme indiqué au Tableau 14.

Tableau 14 – Codage de la trame RingChange

N°	Nom du paramètre	Type de données	Décalage d'octet	Longueur d'octet	Description
1	DeviceID	OctetString	0	32	identifiant unique du nœud de commutation
2	DRP Domain ID	Unsigned16	32	2	Identifiant de domaine de redondance DRP du nœud de commutation local
3	DRPDeviceNumber	Unsigned16	34	2	nombre total de nœuds de commutation DRP d'un domaine de redondance
4	New Device MAC Address	OctetString	36	6	adresse MAC du nouveau nœud de commutation inséré
5	New Device DRPSequenceID	Unsigned16	42	2	DRPSequenceID du nouveau nœud de commutation inséré
6	Cycle	Différence de temps	44	8	période de communication du domaine de redondance

9.4.6.4 Codage de LinkCheck

La trame LinkCheck est codée comme indiqué au Tableau 15.

Tableau 15 – Codage de la trame LinkCheck

N°	Nom du paramètre	Type de données	Décalage d'octet	Longueur d'octet	Description
1	DeviceID	OctetString	0	32	identifiant unique du nœud de commutation
2	DRP Domain ID	Unsigned16	32	2	Identifiant de domaine de redondance DRP du nœud de commutation local
3	Ring1 Port1 State	Unsigned8	34	1	état de Ring1Port1 du nœud de commutation local
4	Ring1 Port2 State	Unsigned8	35	1	état de Ring1Port2 du nœud de commutation local
5	Ring2 Port1 State	Unsigned8	36	1	état de Ring2Port1 du nœud de commutation local
6	Ring2 Port2 State	Unsigned8	37	1	état de Ring2Port2 du nœud de commutation local

9.4.6.5 Codage de LinkAlarm

La trame LinkAlarm est codée comme indiqué au Tableau 16.

Tableau 16 – Codage de la trame LinkAlarm

N°	Nom du paramètre	Type de données	Décalage d'octet	Longueur d'octet	Description
1	DeviceID	OctetString	0	32	identifiant unique du nœud de commutation
2	DRP Domain ID	Unsigned16	32	2	Identifiant de domaine de redondance DRP du nœud de commutation local
3	Ring1 Port1 State	Unsigned8	34	1	état de Ring1Port1 du nœud de commutation local
4	Ring1 Port2 State	Unsigned8	35	1	état de Ring1Port2 du nœud de commutation local
5	Ring2 Port1 State	Unsigned8	36	1	état de Ring2Port1 du nœud de commutation local
6	Ring2 Port2 State	Unsigned8	37	1	état de Ring2Port2 du nœud de commutation local
7	Fault Code	ErrorDescription	38	2	identifiant du défaut, voir 9.2

9.4.6.6 Codage de LinkChange

La trame LinkChange est codée comme indiqué au Tableau 17.