

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

---

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

**Réseaux industriels de communication – Réseaux d'automatisme à haute  
disponibilité –  
Partie 3: Protocole de redondance parallèle (PRP) et redondance transparente de  
haute disponibilité (HSR)**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

**XC**

ICS 25.040; 35.040

ISBN 978-2-83220-160-2

|                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.</b></p> <p><b>Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.</b></p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

# CONTENTS

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                       | 5  |
| 0 INTRODUCTION .....                                                | 7  |
| 0.1 General.....                                                    | 7  |
| 0.2 Changes with respect to the previous edition.....               | 7  |
| 0.3 Patent declaration .....                                        | 8  |
| 1 Scope.....                                                        | 9  |
| 2 Normative references .....                                        | 9  |
| 3 Terms, definitions, abbreviations, acronyms, and conventions..... | 10 |
| 3.1 Terms and definitions .....                                     | 10 |
| 3.2 Abbreviations and acronyms.....                                 | 10 |
| 3.3 Conventions .....                                               | 10 |
| 4 Parallel Redundancy Protocol (PRP) .....                          | 10 |
| 4.1 PRP principle of operation.....                                 | 10 |
| 4.1.1 PRP network topology .....                                    | 10 |
| 4.1.2 PRP LANs with linear or bus topology .....                    | 11 |
| 4.1.3 PRP LANs with ring topology.....                              | 12 |
| 4.1.4 DANP node structure.....                                      | 12 |
| 4.1.5 PRP attachment of singly attached nodes.....                  | 13 |
| 4.1.6 Compatibility between singly and doubly attached nodes.....   | 14 |
| 4.1.7 Network management.....                                       | 14 |
| 4.1.8 Implication on configuration.....                             | 14 |
| 4.1.9 Transition to non-redundant networks.....                     | 14 |
| 4.1.10 Duplicate handling.....                                      | 15 |
| 4.1.11 Network supervision .....                                    | 19 |
| 4.1.12 Redundancy management interface.....                         | 19 |
| 4.2 PRP protocol specifications.....                                | 19 |
| 4.2.1 Installation, configuration and repair guidelines .....       | 19 |
| 4.2.2 MAC addresses .....                                           | 20 |
| 4.2.3 Multicast MAC addresses .....                                 | 20 |
| 4.2.4 IP addresses .....                                            | 20 |
| 4.2.5 Nodes.....                                                    | 20 |
| 4.2.6 Duplicate Accept mode (testing only).....                     | 21 |
| 4.2.7 Duplicate Discard mode.....                                   | 21 |
| 4.3 PRP_Supervision frame .....                                     | 24 |
| 4.3.1 Supervision frame for DANP .....                              | 24 |
| 4.3.2 PRP_Supervision frame contents .....                          | 27 |
| 4.3.3 PRP_Supervision frame for RedBox .....                        | 27 |
| 4.3.4 Reception of a PRP_Supervision frame and NodesTable.....      | 27 |
| 4.4 Bridging node.....                                              | 28 |
| 4.5 Constants.....                                                  | 28 |
| 4.6 PRP service specification .....                                 | 28 |
| 5 High-availability Seamless Redundancy (HSR).....                  | 28 |
| 5.1 HSR objectives.....                                             | 28 |
| 5.2 HSR principle of operation.....                                 | 29 |
| 5.2.1 Basic operation with a ring topology .....                    | 29 |
| 5.2.2 DANH node structure.....                                      | 30 |

|       |                                                                              |    |
|-------|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.2.3 | Topology .....                                                               | 31 |
| 5.2.4 | RedBox structure .....                                                       | 39 |
| 5.3   | HSR node specifications .....                                                | 41 |
| 5.3.1 | HSR operation .....                                                          | 41 |
| 5.3.2 | DANH receiving from its link layer interface .....                           | 41 |
| 5.3.3 | DANH receiving from an HSR port .....                                        | 42 |
| 5.3.4 | DANH forwarding rules .....                                                  | 43 |
| 5.3.5 | CoS .....                                                                    | 43 |
| 5.3.6 | Clock synchronization .....                                                  | 43 |
| 5.3.7 | Deterministic medium access .....                                            | 44 |
| 5.4   | HSR RedBox specifications .....                                              | 44 |
| 5.4.1 | RedBox properties .....                                                      | 44 |
| 5.4.2 | RedBox receiving from interlink .....                                        | 44 |
| 5.4.3 | RedBox forwarding on the ring .....                                          | 46 |
| 5.4.4 | RedBox receiving from an HSR port .....                                      | 46 |
| 5.4.5 | RedBox receiving from its link layer interface .....                         | 47 |
| 5.4.6 | Redbox ProxyNodeTable handling .....                                         | 47 |
| 5.4.7 | RedBox CoS .....                                                             | 48 |
| 5.4.8 | RedBox clock synchronization .....                                           | 48 |
| 5.4.9 | RedBox medium access .....                                                   | 48 |
| 5.5   | QuadBox specification .....                                                  | 48 |
| 5.6   | Duplicate Discard method .....                                               | 48 |
| 5.7   | Frame format for HSR .....                                                   | 48 |
| 5.7.1 | Frame format for all frames .....                                            | 48 |
| 5.7.2 | HSR_Supervision frame .....                                                  | 50 |
| 5.8   | Constants .....                                                              | 52 |
| 5.9   | HSR service specification .....                                              | 53 |
| 6     | Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) .....                   | 54 |
| 7     | PRP/HSR Management Information Base (MIB) .....                              | 55 |
|       | Annex A (normative) Use of IEC 61588 and IEEE C37.238 for IEC 62439-3 .....  | 69 |
|       | Annex B (informative) Deterministic medium access in HSR .....               | 83 |
|       | Bibliography .....                                                           | 84 |
|       | Figure 1 – PRP example of general redundant network .....                    | 11 |
|       | Figure 2 – PRP example of redundant network as two LANs (bus topology) ..... | 12 |
|       | Figure 3 – PRP example of redundant ring with SANs and DANPs .....           | 12 |
|       | Figure 4 – PRP with two DANPs communicating .....                            | 13 |
|       | Figure 5 – PRP RedBox, transition from single to double LAN .....            | 15 |
|       | Figure 6 – PRP frame extended by an RCT .....                                | 16 |
|       | Figure 7 – PRP VLAN-tagged frame extended by an RCT .....                    | 17 |
|       | Figure 8 – PRP padded frame closed by an RCT .....                           | 17 |
|       | Figure 9 – Duplicate Discard algorithm boundaries .....                      | 18 |
|       | Figure 10 – HSR example of ring configuration for multicast traffic .....    | 29 |
|       | Figure 11 – HSR example of ring configuration for unicast traffic .....      | 30 |
|       | Figure 12 – HSR structure of a DANH .....                                    | 31 |
|       | Figure 13 – HSR example of topology using two independent networks .....     | 32 |

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 14 – HSR example of peer coupling of two rings .....                        | 33 |
| Figure 15 – HSR example of connected rings .....                                   | 34 |
| Figure 16 – HSR example of coupling two redundant PRP LANs to a ring .....         | 35 |
| Figure 17 – HSR example of coupling from a ring node to redundant PRP LANs .....   | 36 |
| Figure 18 – HSR example of coupling from a ring to two PRP LANs .....              | 37 |
| Figure 19 – HSR example of coupling three rings to one PRP LAN .....               | 38 |
| Figure 20 – HSR example of meshed topology .....                                   | 39 |
| Figure 21 – HSR structure of a RedBox .....                                        | 40 |
| Figure 22 – HSR frame without a VLAN tag .....                                     | 49 |
| Figure 23 – HSR frame with VLAN tag .....                                          | 49 |
| Figure 24 – HSR node with management counters .....                                | 53 |
| Figure 25 – HSR RedBox with management counters .....                              | 54 |
| Figure A.1 – PTP one-step clock synchronization and delay measurement .....        | 71 |
| Figure A.2 – PTP two-step clock synchronization and delay measurement .....        | 72 |
| Figure A.3 – Two-step and one-step transparent clocks translator .....             | 73 |
| Figure A.4 – Two-step to one-step translation .....                                | 73 |
| Figure A.5 – Connection of a Grandmaster Clock to an Ordinary Clock over PRP ..... | 74 |
| Figure A.6 – HSR with one GMC .....                                                | 76 |
| Figure A.7 – PTP messages sent and received by an HSR node (one-step) .....        | 77 |
| Figure A.8 – PTP messages sent and received by an HSR node (two-step) .....        | 78 |
| Figure A.9 – Attachment of a GMC to an HSR ring through a RedBox .....             | 80 |
| Figure A.10 – PRP to HSR coupling by Transparent Clocks .....                      | 81 |
| Figure A.11 – PRP to HSR coupling by BCs .....                                     | 82 |
| Table 1 – NodesTable attributes .....                                              | 22 |
| Table 2 – PRP_Supervision frame with no VLAN tag .....                             | 25 |
| Table 3 – PRP_Supervision frame with (optional) VLAN tag .....                     | 26 |
| Table 4 – PRP constants .....                                                      | 28 |
| Table 5 – HSR_Supervision frame with no VLAN tag .....                             | 50 |
| Table 6 – HSR_Supervision frame with optional VLAN tag .....                       | 51 |
| Table 7 – HSR Constants .....                                                      | 52 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –  
HIGH AVAILABILITY AUTOMATION NETWORKS –****Part 3: Parallel Redundancy Protocol (PRP) and  
High-availability Seamless Redundancy (HSR)**

## FOREWORD

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

International Standard IEC 62439-3 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2010. This edition constitutes a technical revision. The main changes with respect to the previous edition are listed below:

- specification of the interconnection of PRP and HSR networks;
- introduction of a suffix for PRP frames;
- clarification and modification of specifications to ensure interoperability;
- slackening of the specifications to allow different implementations;
- consideration of clock synchronization according to IEC 61588;
- introduction of test modes to simplify testing and maintenance.

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

|              |                  |
|--------------|------------------|
| FDIS         | Report on voting |
| 65C/687/FDIS | 65C/705/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.

This International Standard is to be read in conjunction with IEC 62439-1:2011.

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 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.

## 0 INTRODUCTION

### 0.1 General

IEC 62439-3 standard belongs to IEC 62439 series, *Industrial communication networks – High availability automation networks*, specifying the HSR and PRP redundancy protocols, and was adopted by TC57 WG10 as the redundancy method for demanding substation automation networks based on IEC 61850 series, introducing new requirements.

### 0.2 Changes with respect to the previous edition

The major changes with respect to IEC 62439-3:2010 are listed below.

Aligning the sequence number between PRP and HSR, to enable coupling of HSR and PRP networks and simplify the implementation of dual-mode nodes in hardware. At the same time, introduce a suffix in the PRP Redundancy Control Trailer to allow better identification, future extensions and coexistence with other protocols that also happen to use a trailer. This change is not backwards-compatible, so means are provided to identify the version and ensure that the networks are homogeneous.

Removing all implementation restrictions on the Duplicate Discard algorithm (especially references to the drop window algorithm and references to connection orientation) since other methods such as hash tables can be used.

Removing the purging of the duplicate table. Replace this specific method by requiring that any Duplicate Discard algorithm provides a mechanism to remove old entries, thus ensuring that a node can properly reboot.

Making node tables optional for simple nodes to simplify hardware implementation.

Suppression of explicit mention of the HSR-PRP mode (PRP with HSR Tags), but allow it through the Mode N (no forwarding).

Introducing Mode T (forward through) to allow maintenance laptops to configure an open ring when attached to one end and Mode M (mixed) to allow forwarding of non-HSR-tagged frames in a closed ring.

Recommending the position of connectors, rather than impose it.

Defining the behaviour of an HSR node when non-HSR frames are encountered without requiring the recording of the source addresses and specify how IEEE 802.1D:2004, Table 7-10 frames are treated.

Prefixing the supervision frames on HSR by an HSR tag to simplify the hardware implementation and introduce a unique EtherType for HSR to simplify processing.

Changing the rule for the RedBox to allow more than one PRP network to be connected to an HSR ring, and introduce an identifier per RedBox pair.

Specifying tagging of IEC 61588 frames to follow IEEE C37.238 recommendations (informal).

Suppressing MAC address substitution.

Adapting the MIB to above changes.

### 0.3 Patent declaration

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 Filtering of redundant frames in a network node given in 5.2.3.3.

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 under reasonable and non-discriminatory terms and conditions with applicants throughout the world. In this respect, the statement of the holder of this patent right is registered with IEC. Information may be obtained from:

Siemens Aktiengesellschaft  
80333 München, Germany

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 Reception of redundant and non-redundant frames (ABB Schweiz AG – WO 2006/053459 A1, EP 1825657, US 20070223533, CN 101057483) given in 4.2.7, concerning Identifying improper cabling of devices (ABB Schweiz AG – EP 2 015 501 A1) given in 4.3, concerning Critical device with increased availability (ABB Schweiz AG – EP 2 090 950 A1) given in 4.4, concerning Ring coupling nodes for high availability networks (ABB Schweiz AG – WO 2010/010120 A1) given in 5.2.3.

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 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:

ABB Schweiz AG  
Brown Boveri Strasse 6  
5400 Baden, Switzerland

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](http://www.iso.org/patents)) and IEC (<http://patents.iec.ch>) 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 3: Parallel Redundancy Protocol (PRP) and High-availability Seamless Redundancy (HSR)**

#### **1 Scope**

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

This part of the IEC 62439 series specifies two redundancy protocols designed to provide seamless recovery in case of single failure of an inter-bridge link or bridge in the network, which are based on the same scheme: duplication of the LAN, resp. duplication of the transmitted information.

#### **2 Normative references**

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

IEC 60050-191, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 191 : Dependability and quality of service*

IEC 61588, *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems*

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

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

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

IEC 62439-7, *Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 7: Ring-based Redundancy Protocol (RRP)*

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 and Metropolitan Area Networks – Media Access Control (MAC) Bridges*

IEEE 802.1Q:2011, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks – Media Access Control (MAC) Bridges and Virtual Bridge Local Area Network*

## SOMMAIRE

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| AVANT-PROPOS .....                                                        | 89  |
| 0 INTRODUCTION .....                                                      | 91  |
| 0.1 Généralités.....                                                      | 91  |
| 0.2 Modifications par rapport à l'édition précédente.....                 | 91  |
| 0.3 Déclaration de brevet .....                                           | 92  |
| 1 Domaine d'application .....                                             | 93  |
| 2 Références normatives.....                                              | 93  |
| 3 Termes, définitions, abréviations, acronymes et conventions.....        | 94  |
| 3.1 Termes et définitions .....                                           | 94  |
| 3.2 Abréviations et acronymes .....                                       | 94  |
| 3.3 Conventions .....                                                     | 94  |
| 4 Protocole de redondance en parallèle (PRP) .....                        | 95  |
| 4.1 Principe de fonctionnement du PRP .....                               | 95  |
| 4.1.1 Topologie du réseau PRP .....                                       | 95  |
| 4.1.2 Réseaux locaux PRP avec topologie linéaire ou en bus.....           | 96  |
| 4.1.3 Réseaux locaux PRP avec topologie en anneau .....                   | 96  |
| 4.1.4 Structure des DANP .....                                            | 97  |
| 4.1.5 Connexion PRP de nœuds à une connexion .....                        | 98  |
| 4.1.6 Compatibilité entre les nœuds à une et deux connexions.....         | 99  |
| 4.1.7 Gestion du réseau .....                                             | 99  |
| 4.1.8 Implication sur la configuration .....                              | 99  |
| 4.1.9 Transition vers des réseaux non redondants.....                     | 99  |
| 4.1.10 Traitement des doublons .....                                      | 100 |
| 4.1.11 Supervision du réseau .....                                        | 105 |
| 4.1.12 Interface de gestion de la redondance .....                        | 105 |
| 4.2 Spécifications du protocole PRP.....                                  | 105 |
| 4.2.1 Instructions d'installation, de configuration et de réparation..... | 105 |
| 4.2.2 Adresses MAC.....                                                   | 106 |
| 4.2.3 Adresses MAC multicast.....                                         | 106 |
| 4.2.4 Adresses IP .....                                                   | 106 |
| 4.2.5 Nœuds .....                                                         | 107 |
| 4.2.6 Mode d'acceptation des doublons (essai uniquement) .....            | 107 |
| 4.2.7 Mode de rejet des doublons.....                                     | 107 |
| 4.3 Trame PRP_Supervision .....                                           | 111 |
| 4.3.1 Trame de supervision de DANP.....                                   | 111 |
| 4.3.2 Contenu de la trame PRP_Supervision .....                           | 113 |
| 4.3.3 Trame PRP_Supervision pour RedBox .....                             | 113 |
| 4.3.4 Réception d'une trame PRP_Supervision et NodesTable .....           | 114 |
| 4.4 Nœud de pontage.....                                                  | 114 |
| 4.5 Constantes .....                                                      | 114 |
| 4.6 Spécification de service PRP.....                                     | 114 |
| 5 Redondance transparente de haute disponibilité (HSR).....               | 115 |
| 5.1 Objectifs de la HSR.....                                              | 115 |
| 5.2 Principe de fonctionnement de la HSR .....                            | 115 |
| 5.2.1 Fonctionnement de base avec une topologie en anneau.....            | 115 |
| 5.2.2 Structure d'un nœud DANH .....                                      | 117 |

|                                                                                                     |                                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2.3                                                                                               | Topologie .....                                                                                                     | 119 |
| 5.2.4                                                                                               | Structure d'une RedBox.....                                                                                         | 127 |
| 5.3                                                                                                 | Spécifications du nœud HSR.....                                                                                     | 129 |
| 5.3.1                                                                                               | Fonctionnement HSR.....                                                                                             | 129 |
| 5.3.2                                                                                               | Réception de données par le DANH depuis son interface de couche de liaison.....                                     | 130 |
| 5.3.3                                                                                               | Réception de données par le DANH depuis un port HSR .....                                                           | 130 |
| 5.3.4                                                                                               | Règles de transfert du DANH.....                                                                                    | 131 |
| 5.3.5                                                                                               | CoS .....                                                                                                           | 132 |
| 5.3.6                                                                                               | Synchronisation de l'horloge.....                                                                                   | 132 |
| 5.3.7                                                                                               | Accès déterministe au support.....                                                                                  | 132 |
| 5.4                                                                                                 | Spécifications de la RedBox HSR.....                                                                                | 132 |
| 5.4.1                                                                                               | Propriétés de la RedBox .....                                                                                       | 132 |
| 5.4.2                                                                                               | Réception par la RedBox de données à partir de l'interconnexion .....                                               | 133 |
| 5.4.3                                                                                               | Transfert RedBox sur l'anneau .....                                                                                 | 134 |
| 5.4.4                                                                                               | Réception de données par la RedBox depuis un port HSR.....                                                          | 134 |
| 5.4.5                                                                                               | Réception de données par la RedBox depuis son interface de couche de liaison.....                                   | 135 |
| 5.4.6                                                                                               | Gestion de ProxyNodeTable de la RedBox .....                                                                        | 136 |
| 5.4.7                                                                                               | RedBox CoS.....                                                                                                     | 136 |
| 5.4.8                                                                                               | Synchronisation de l'horloge RedBox .....                                                                           | 136 |
| 5.4.9                                                                                               | Accès au support RedBox.....                                                                                        | 136 |
| 5.5                                                                                                 | Spécification de la QuadBox.....                                                                                    | 136 |
| 5.6                                                                                                 | Méthode de rejet de doublons .....                                                                                  | 136 |
| 5.7                                                                                                 | Format de trame pour HSR.....                                                                                       | 137 |
| 5.7.1                                                                                               | Format de trame pour toutes les trames .....                                                                        | 137 |
| 5.7.2                                                                                               | Trame HSR_Supervision .....                                                                                         | 139 |
| 5.8                                                                                                 | Constantes .....                                                                                                    | 141 |
| 5.9                                                                                                 | Spécification de service HSR .....                                                                                  | 142 |
| 6                                                                                                   | Déclaration de conformité de mise en œuvre du protocole (Protocol Implementation Conformance Statement, PICS) ..... | 144 |
| 7                                                                                                   | Base d'informations de gestion (MIB) PRP/HSR .....                                                                  | 145 |
| Annexe A (normative) Utilisation de la CEI 61588 et de l'IEEE C37.238 pour la CEI 62439-3 .....     |                                                                                                                     | 160 |
| Annexe B (informative) Accès déterministe au support dans HSR.....                                  |                                                                                                                     | 176 |
| Bibliographie.....                                                                                  |                                                                                                                     | 177 |
| Figure 1 – Exemple PRP de réseau redondant général .....                                            |                                                                                                                     | 95  |
| Figure 2 – Exemple PRP de réseau redondant constitué de deux réseaux locaux (topologie en bus)..... |                                                                                                                     | 96  |
| Figure 3 – Exemple PRP d'anneau redondant avec des SAN et des DANP .....                            |                                                                                                                     | 97  |
| Figure 4 – PRP avec deux DANP qui communiquent.....                                                 |                                                                                                                     | 98  |
| Figure 5 – RedBox PRP, transition d'un réseau local simple vers un réseau local double .....        |                                                                                                                     | 100 |
| Figure 6 – Trame PRP étendue par une RCT .....                                                      |                                                                                                                     | 101 |
| Figure 7 – Trame PRP à étiquette VLAN étendue par une RCT.....                                      |                                                                                                                     | 102 |
| Figure 8 – Trame remplie PRP fermée par une RCT .....                                               |                                                                                                                     | 103 |
| Figure 9 – Limites de l'algorithme de rejet de doublons.....                                        |                                                                                                                     | 104 |

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 10 – Exemple HSR d'une configuration en anneau pour le trafic multicast.....                          | 116 |
| Figure 11 – Exemple HSR d'une configuration en anneau pour le trafic unicast .....                           | 117 |
| Figure 12 – Structure HSR d'un DANH.....                                                                     | 118 |
| Figure 13 – Exemple HSR de topologie utilisant deux réseaux indépendants .....                               | 119 |
| Figure 14 – Exemple HSR du couplage par paires de deux anneaux.....                                          | 121 |
| Figure 15 – Exemple HSR d'anneaux connectés .....                                                            | 122 |
| Figure 16 – Exemple HSR du couplage de deux réseaux locaux PRP redondants à un anneau .....                  | 123 |
| Figure 17 – Exemple HSR de couplage du nœud d'un anneau à des réseaux locaux PRP redondants .....            | 125 |
| Figure 18 – Exemple HSR de couplage d'un anneau à deux réseaux locaux PRP .....                              | 125 |
| Figure 19 – Exemple HSR de couplage de trois anneaux à un réseau local PRP .....                             | 126 |
| Figure 20 – Exemple HSR d'une topologie en maillage .....                                                    | 127 |
| Figure 21 – Structure HSR d'une RedBox .....                                                                 | 128 |
| Figure 22 – Trame HSR sans étiquette VLAN .....                                                              | 137 |
| Figure 23 – Trame HSR avec étiquette VLAN .....                                                              | 138 |
| Figure 24 – Nœud HSR avec compteurs de gestion .....                                                         | 143 |
| Figure 25 – RedBox HSR avec compteurs de gestion .....                                                       | 144 |
| Figure A.1 – Synchronisation d'horloge PTP en une étape et mesure du retard .....                            | 162 |
| Figure A.2 – Synchronisation d'horloge PTP en deux étapes et mesure du retard .....                          | 164 |
| Figure A.3 – Traducteur d'horloges transparentes en deux étapes en horloges transparentes en une étape ..... | 165 |
| Figure A.4 – Passage d'un système en deux étapes à un système en une étape .....                             | 166 |
| Figure A.5 – Connexion d'une horloge GMC à une horloge OC sur PRP .....                                      | 167 |
| Figure A.6 – HSR avec une horloge GMC .....                                                                  | 169 |
| Figure A.7 – Messages PTP envoyés et reçus par un nœud HSR (une étape) .....                                 | 170 |
| Figure A.8 – Messages PTP envoyés et reçus par un nœud HSR (deux étapes) .....                               | 171 |
| Figure A.9 – Connexion d'une horloge GMC à un anneau HSR par l'intermédiaire d'une RedBox .....              | 173 |
| Figure A.10 – Couplage PRP à HSR par des horloges TC.....                                                    | 174 |
| Figure A.11 – Couplage PRP à HSR par des horloges BC .....                                                   | 175 |
| Tableau 1 – Attributs de NodesTable .....                                                                    | 108 |
| Tableau 2 – Trame PRP_Supervision sans étiquette VLAN.....                                                   | 111 |
| Tableau 3 – Trame PRP_Supervision avec étiquette VLAN (facultative).....                                     | 112 |
| Tableau 4 – Constantes PRP .....                                                                             | 114 |
| Tableau 5 – Trame HSR_Supervision sans étiquette VLAN.....                                                   | 139 |
| Tableau 6 – Trame HSR_Supervision avec étiquette VLAN facultative.....                                       | 140 |
| Tableau 7 – Constantes HSR.....                                                                              | 142 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÉSEAUX INDUSTRIELS DE COMMUNICATION –  
RÉSEAUX D'AUTOMATISME À HAUTE DISPONIBILITÉ –****Partie 3: Protocole de redondance parallèle (PRP)  
et redondance transparente de haute disponibilité (HSR)**

## AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à 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.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62439-3 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.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2010. Cette édition constitue une révision technique. Les principales modifications apportées à l'édition précédente sont les suivantes:

- spécification de l'interconnexion des réseaux PRP et HSR;
- introduction d'un suffixe pour les trames PRP;
- clarification et modification des spécifications pour garantir l'interopérabilité;
- assouplissement des spécifications pour permettre des mises en œuvre différentes;
- prise en compte de la synchronisation des horloges conformément à la CEI 61588;

- introduction de modes d'essai visant à simplifier les essais et la maintenance.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS         | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 65C/687/FDIS | 65C/705/RVD     |

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

La présente Norme internationale doit être lue conjointement avec la CEI 62439-1:2011.

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

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

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

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

## 0 INTRODUCTION

### 0.1 Généralités

La CEI 62439-3 appartient à la série CEI 62439, *Réseaux industriels de communication – Réseaux d'automatisme à haute disponibilité*, qui spécifie les protocoles de redondance HSR et PRP, et a été adoptée par le TC57 WG10 comme méthode de redondance pour les réseaux d'automatisme de poste exigeants d'après la série CEI 61850, en introduisant de nouvelles exigences.

### 0.2 Modifications par rapport à l'édition précédente

Les principales modifications par rapport à la CEI 62439-3:2010 sont listés ci-après.

Alignement des numéros de séquence entre PRP et HSR pour permettre le couplage de réseaux HSR et PRP et simplifier la mise en œuvre de nœuds à mode double dans le matériel. En parallèle, introduire un suffixe dans la queue de contrôle de redondance PRP pour permettre une meilleure identification, des extensions et une coexistence ultérieures avec d'autres protocoles qui utilisent une queue. Cette modification n'est pas compatible vers le bas, des moyens sont donc prévus pour identifier la version et s'assurer de l'homogénéité des réseaux.

Elimination de toutes les restrictions de mise en œuvre sur l'algorithme de rejet des doublons (en particulier les références à l'algorithme de fenêtre de suppression et les références à l'orientation de la connexion) car d'autres méthodes telles que les tables de hachage peuvent être utilisées.

Suppression de la purge de la table de doublons. Remplacer cette méthode spécifique en exigeant qu'un algorithme de rejet des doublons offre un mécanisme de suppression des anciennes entrées, et donc s'assurer qu'un nœud peut être correctement réinitialisé.

Rendre les tables de nœuds facultatives pour les nœuds simples afin de simplifier la mise en œuvre matérielle.

Suppression de la mention explicite du mode HSR-PRP (PRP avec étiquettes HSR), mais l'autoriser via le mode N (pas de transmission).

Introduction du mode T (transmission) pour permettre aux ordinateurs portables de maintenance de configurer un anneau ouvert lorsqu'ils sont connectés à une extrémité, et du mode M (mélangé) pour permettre la transmission de trames sans étiquette HSR dans un anneau fermé.

Recommandation de la position des connecteurs, plutôt que de l'imposer.

Définition du comportement d'un nœud HSR lorsqu'il rencontre des trames non HSR sans exiger l'enregistrement des adresses source et spécifier la manière dont les trames du Tableau 7-10 de l'IEEE 802.1D:2004 sont traitées.

Placement d'un préfixe devant les trames de supervision sur HSR par une étiquette HSR, afin de simplifier la mise en œuvre matérielle et d'introduire un EtherType unique pour HSR en vue de simplifier le traitement.

Modification de la règle pour que la RedBox autorise plusieurs réseaux PRP à se connecter à un anneau HSR et introduire un identificateur par paire de RedBox.

Spécification de l'étiquetage des trames de la CEI 61588 pour suivre les recommandations de l'IEEE C37.238 (informel)

Suppression de la substitution de l'adresse MAC.

Adaptation du MIB aux modifications ci-dessus.

### **0.3 Déclaration de brevet**

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec les dispositions du présent document peut impliquer l'utilisation d'un brevet intéressant le Filtrage de trames redondantes dans le nœud d'un réseau traité au 5.2.3.3.

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

Le détenteur de ces droits de propriété a donné l'assurance à la CEI qu'il consent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier, à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. À ce propos, la déclaration du détenteur des droits de propriété est enregistrée à la CEI. Des informations peuvent être demandées à:

Siemens Aktiengesellschaft  
80333 München, Germany

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec les dispositions du présent document peut impliquer l'utilisation d'un brevet intéressant la Réception de trames redondantes et non-redondantes (ABB Schweiz AG – WO 2006/053459 A1, EP 1825657, US 20070223533, CN 101057483) traitée au 4.2.7, intéressant l'Identification impropre du calâge de dispositifs (ABB Schweiz AG – EP 2 015 501 A1) traitée au 4.3, intéressant le Dispositif critique avec disponibilité accrue (ABB Schweiz AG – EP 2 090 950 A1) traité au 4.4 et intéressant le Couplage de nœud d'un anneau pour réseaux de haute disponibilité (ABB Schweiz AG – WO 2010/010120 A1) traité au 5.2.3.

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

Le détenteur de ces droits de propriété a donné l'assurance à la CEI qu'il consent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier, à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. À ce propos, la déclaration du détenteur des droits de propriété est enregistrée à la CEI. Des informations peuvent être demandées à:

ABB Schweiz AG  
Brown Boveri Strasse 6  
5400 Baden, Switzerland

L'attention est d'autre part attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété autres que ceux qui ont été mentionnés ci-dessus. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de l'identification de ces droits de propriété en tout ou partie.

L'ISO ([www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)) et la CEI (<http://patents.iec.ch>) maintiennent des bases de données, consultables en ligne, des droits de propriété pertinents à leurs normes. Les utilisateurs sont encouragés à consulter ces bases de données pour obtenir l'information la plus récente concernant les droits de propriété.

## **RÉSEAUX INDUSTRIELS DE COMMUNICATION – RÉSEAUX D'AUTOMATISME À HAUTE DISPONIBILITÉ –**

### **Partie 3: Protocole de redondance parallèle (PRP) et redondance transparente de haute disponibilité (HSR)**

#### **1 Domaine d'application**

La série CEI 62439 s'applique aux réseaux d'automatisme à haute disponibilité basés sur la technologie ISO/CEI 8802-3 (Ethernet).

La présente partie de la CEI 62439 spécifie deux protocoles de redondance conçus pour assurer une reprise transparente en cas de défaillance unique d'une maille inter-étage ou d'un pont au sein du réseau, qui reposent sur le même schéma: duplication du réseau local, duplication des informations transmises.

#### **2 Références normatives**

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050-191, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 191 : Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

CEI 61588, *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems* (disponible en anglais seulement)

CEI 62439-1, *Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 1: General concepts and calculation methods* (disponible en anglais seulement)

CEI 62439-2, *Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 2: Media Redundancy Protocol (MRP)* (disponible en anglais seulement)

CEI 62439-6, *Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 6: Distributed Redundancy Protocol (DRP)* (disponible en anglais seulement)

CEI 62439-7, *Réseaux de communication industriels – Réseaux de haute disponibilité pour l'automation – Partie 7: Protocole de redondance pour réseau en anneau (RRP)*

ISO/CEI 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* (disponible en anglais seulement)

IEEE 802.1D:2004, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks – Media Access Control (MAC) Bridges* (disponible en anglais seulement)

IEEE 802.1Q:2011, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks –Media Access Control (MAC) Bridges and Virtual Bridge Local Area Network* (disponible en anglais seulement)