IEC 62439-1

Edition 1.2 2016-02

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE

colour inside

Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 1: General concepts and calculation methods

Réseaux de communication industriels – Réseaux de haute disponibilité pour l'automatisation – Partie 1: Concepts généraux et méthodes de calcul

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 25.040; 35.040; 35.100.01

ISBN 978-2-8322-3220-0

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

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

IEC 62439-1

Edition 1.2 2016-02

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE

colour inside

Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 1: General concepts and calculation methods

Réseaux de communication industriels – Réseaux de haute disponibilité pour l'automatisation –
Partie 1: Concepts généraux et méthodes de calcul



IEC 62439-1:2010-02+AMD1:2012-06+AMD2:2016-02 CSV(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD....5
INTRODUCTION....7
1 Scope....8
2 Normative references....8
3 Terms, definitions, abbreviations, acronyms, and conventions....9
3.1 Terms and definitions....9
3.2 Abbreviations and acronyms....16
3.3 Conventions....17
3.3.1 General conventions....17
3.3.2 Conventions for state machine definitions....18
3.3.3 Conventions for PDU specification....18
3.4 Reserved network addresses....18
4 Conformance requirements (normative)....19
4.1 Conformance to redundancy protocols....19
4.2 Conformance tests....19
4.2.1 Concept....19
4.2.2 Methodology....20
4.2.3 Test conditions and test cases....20
4.2.4 Test procedure and measuring....21
4.2.5 Test report....21
5 Concepts for high availability automation networks (informative)....22
5.1 Characteristics of application of automation networks....22
5.1.1 Resilience in case of failure....22
5.1.2 Classes of network redundancy....22
5.1.3 Redundancy maintenance....23
5.1.4 Comparison and indicators....23
5.2 Generic network system....25
5.2.1 Network elements....25
5.2.2 Topologies....27
5.2.3 Redundancy handling....32
5.2.4 Network recovery time....33
5.2.5 Diagnosis coverage....33
5.2.6 Failures....33
5.3 Safety....34
5.4 Security....34
6 Classification of networks (informative)....34
6.1 Notation....34
6.2 Classification of robustness....35
7 Availability calculations for selected networks (informative)....36
7.1 Definitions....36
7.2 Reliability models....37
7.2.1 Generic symmetrical reliability model....37
7.2.2 Simplified symmetrical reliability model....38
7.2.3 Asymmetric reliability model....39
7.3 Availability of selected structures....40

7.3.1 Single LAN without redundant leaves 40
7.3.2 Network without redundant leaves 40
7.3.3 Single LAN with redundant leaves 41
7.3.4 Network with redundant leaves 41
7.3.5 Considering second failures 42
7.4 Caveat 44
8 RSTP for High Availability Networks: configuration rules, calculation and measurement method for ~~deterministic~~ predictible recovery time ~~in a ring topology~~ 44
8.1 General 44
8.2 Deployment and configuration rules for the ring topology 45
8.3 Calculations for fault recovery time in a ring 45
8.3.1 Dependencies and failure modes 45
8.3.2 Calculations for non-considered failure modes 45
8.3.3 Calculations for the considered failure modes 45
8.4 Timing measurement method 46
8.4.1 Measurement of T_{PA} 46
8.4.2 Measurement of T_L 47
8.4.3 Measurement of (T_{TC} + T_F) 48
8.4.4 System test example 50
8.5 RSTP topology limits and maximum recovery time 51
8.5.1 RSTP protocol parameters 51
8.5.2 RSTP-specific terms and definitions 51
8.5.3 Example of a small RSTP tree 53
8.5.4 Assumption on TxHoldCount 54
8.5.5 Worst case topology and radius determination 54
8.5.6 Method to determine the worst case radius in case of a ring-ring architecture 55
8.5.7 Worst case radius of an optimized multilayer architecture 56
8.5.8 Approximated upper bond reconfiguration time for RSTP networks 57
Bibliography 60

Figure 1 – Conformance test overview 20
Figure 2 – General network elements (tree topology) 25
Figure 3 – Link Redundancy Entity in a Doubly Attached Node (DAN) 26
Figure 4 – Example of tree topology 28
Figure 5 – Example of linear topology 28
Figure 6 – Example of ring topology 29
Figure 7 – Example of a partially meshed topology 30
Figure 8 – Example of fully meshed topology 30
Figure 9 – Single LAN structure without redundant leaf links 31
Figure 10 – Single LAN structure with redundant leaf links 31
Figure 11 – Redundant LAN structure without redundant leaf links 32
Figure 12 – Redundant LAN structure with redundant leaf links 32
Figure 13 – General symmetrical fault model 37
Figure 14 – Simplified fault model 38
Figure 15 – Asymmetric fault model 39
Figure 16 – Network with no redundancy 40

Figure 17 – Network with no single point of failure 42
Figure 18 – Network with resiliency to second failure 43
Figure 19 –Test rig for T_{PA} measurement 47
Figure 20 –Test rig for T_L measurement 48
Figure 21 –Test rig for (T_{TC} + T_F) measurement 49
Figure 22 –Test rig for system test 50
Figure 23 – Diameter and Bridge Max Age 53
Figure 24 – Worst path determination 55
Figure 25 – Example ring-ring topology 55
Figure 26 – Example multilayer topology 57

Table 1 – Examples of application grace time 22
Table 2 – Examples of redundancy protocols 24
Table 3 – Code assignment for the <TYPE> field 35
Table 4 – Code assignment for the <PLCYleaf> field 35
Table 5 – Code assignment for the <TPLGY> field 35
Table 6 – Code assignment for the <ITYPE> field 36

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – HIGH AVAILABILITY AUTOMATION NETWORKS –

Part 1: General concepts and calculation methods

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.

DISCLAIMER
This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 62439-1 bears the edition number 1.2. It consists of the first edition (2010-02) [documents 65C/583/FDIS and 65C/589/RVD], its amendment 1 (2012-06) [documents 65C/684/FDIS and 65C/691/RVD] and its amendment 2 (2016-02) [documents 65C/834/FDIS and 65C/841/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendments.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendments 1 and 2. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard 62439-1 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial Networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

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.

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

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

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.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments 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 document using a colour printer.

INTRODUCTION

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

In the fault-free state of the network, the protocols of the IEC 62439 series provide ISO/IEC 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.

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – HIGH AVAILABILITY AUTOMATION NETWORKS –

Part 1: General concepts and calculation methods

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

- the common elements and definitions for other parts of the IEC 62439 series;
- the conformance test specification (normative);
- a classification scheme for network characteristics (informative);
- a methodology for estimating network availability (informative);
- the configuration rules, calculation and measurement method for a deterministic recovery time in RSTP.

2 Normative references

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

IEC 60050-191:1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 191: Dependability and quality of service*

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

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

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

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

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

IETF RFC 791, *Internet Protocol*; available at <http://www.ietf.org>

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 65
INTRODUCTION 67
1 Domaine d'application 68
2 Références normatives 68
3 Termes, définitions, abréviations, acronymes et conventions 69
3.1 Termes et définitions 69
3.2 Abréviations et acronymes 77
3.3 Conventions 78
3.3.1 Conventions générales 78
3.3.2 Conventions pour les définitions des diagrammes d'états 78
3.3.3 Conventions pour la spécification de PDU 78
3.4 Adresses réseau réservées 79
4 Exigences de conformité (normative) 79
4.1 Conformité aux protocoles de redondance 79
4.2 Essais de conformité 80
4.2.1 Concept 80
4.2.2 Méthodologie 81
4.2.3 Conditions et scénarios d'essai 81
4.2.4 Procédure d'essai et mesures 82
4.2.5 Rapport d'essai 82
5 Concepts pour des réseaux d'automatisme à haute disponibilité (informative) 83
5.1 Caractéristiques d'application des réseaux d'automatisation 83
5.1.1 Résilience en cas de défaillance 83
5.1.2 Classes de redondance de réseau 84
5.1.3 Maintenance de la redondance 84
5.1.4 Comparaison et indicateurs 85
5.2 Système du réseau générique 86
5.2.1 Éléments du réseau 86
5.2.2 Topologies 89
5.2.3 Gestion de la redondance 96
5.2.4 Temps de reprise du réseau 96
5.2.5 Couverture de diagnostic 97
5.2.6 Défaillances 97
5.3 Sûreté 98
5.4 Sécurité 98
6 Classification de réseaux (informative) 98
6.1 Notation 98
6.2 Classification de robustesse 99
7 Calculs de disponibilité pour les réseaux sélectionnés (informative) 100
7.1 Définitions 100
7.2 Modèles de fiabilité 101
7.2.1 Modèle de fiabilité générique symétrique 101
7.2.2 Modèle de fiabilité simplifié symétrique 102
7.2.3 Modèle de fiabilité asymétrique 103
7.3 Disponibilité des structures sélectionnées 105

7.3.1 LAN simple sans feuilles redondantes 105
7.3.2 Réseau sans feuilles redondantes 105
7.3.3 LAN simple avec feuilles redondantes 106
7.3.4 Réseau avec feuilles redondantes 106
7.3.5 Considération de secondes défaillances 108
7.4 Mise en garde 109
8 RSTP pour des réseaux à haute disponibilité: règles de configuration, méthode de calcul et de mesure pour un temps de rétablissement ~~déterministe~~ prévisible 109
8.1 Généralités 109
8.2 Règles de déploiement et de configuration pour la topologie en anneau 110
8.3 Calculs pour le temps de reprise de panne dans un anneau 110
8.3.1 Dépendances et modes de défaillance 110
8.3.2 Calculs pour les modes de défaillance non considérés 111
8.3.3 Calculs pour les modes de défaillance considérés 111
8.4 Méthode de mesure de la synchronisation (timing) 112
8.4.1 Mesure de T_{PA} 112
8.4.2 Mesure de T_L 113
8.4.3 Mesure de (T_{TC} + T_F) 114
8.4.4 Exemple d'essai de système 116
8.5 Limites de topologie RSTP et temps de rétablissement maximal 117
8.5.1 Paramètres du protocole RSTP 117
8.5.2 Termes et définitions spécifiques à RSTP 118
8.5.3 Exemple d'arborescence RSTP de petite taille 119
8.5.4 Hypothèse relative à TxHoldCount 120
8.5.5 Topologie la plus défavorable et détermination du rayon 120
8.5.6 Méthode de détermination du rayon le plus défavorable en cas d'architecture anneau-anneau 121
8.5.7 Rayon le plus défavorable d'une architecture multicouche optimisée 123
8.5.8 Temps de reconfiguration approximatif de limite supérieure destiné aux réseaux RSTP 124
Bibliographie 126

Figure 1 – Vue d'ensemble de l'essai de conformité 81
Figure 2 – Éléments du réseau général (topologie en arbre) 87
Figure 3 – Entité de redondance de liaison dans un nœud à double association (DAN) 88
Figure 4 – Exemple d'une topologie en arbre 90
Figure 5 – Exemple d'une topologie linéaire 91
Figure 6 – Exemple d'une topologie en anneau 92
Figure 7 – Exemple d'une topologie partiellement maillée 93
Figure 8 – Exemple d'une topologie entièrement maillée 94
Figure 9 – Structure de LAN simple sans liaisons en feuille redondantes 94
Figure 10 – Structure de LAN simple avec liaisons en feuille redondantes 95
Figure 11 – Structure de LAN redondant sans liaisons en feuille redondantes 95
Figure 12 – Structure de LAN redondant avec liaisons en feuille redondantes 96
Figure 13 – Modèle de panne générique symétrique 101
Figure 14 – Modèle de panne simplifié 103
Figure 15 – Modèle de panne asymétrique 104

Figure 16 – Réseau sans redondance 105
Figure 17 – Réseau sans point unique de défaillance 107
Figure 18 – Réseau avec une résilience à la deuxième défaillance 108
Figure 19 – Banc d'essai pour mesure de T_{PA} 112
Figure 20 – Banc d'essai pour mesure de T_L 114
Figure 21 – Banc d'essai pour mesure de (T_{TC} + T_F) 115
Figure 22 – Banc d'essai pour l'essai du système 117
Figure 23 – Diamètre et Bridge Max Age 119
Figure 24 – Détermination du chemin le plus défavorable 121
Figure 25 – Exemple de topologie anneau-anneau 122
Figure 26 – Exemple de topologie multicouche 123

Tableau 1 – Exemples de temps de grâce d'applications 83
Tableau 2 – Exemples de protocoles de redondance 85
Tableau 3 – Affectation de code pour le champ <TYPE> 99
Tableau 4 – Affectation de code pour le champ <PLCYleaf> 99
Tableau 5 – Affectation de code pour le champ <TPLGY> 99
Tableau 6 – Affectation de code pour le champ <ITYPE> 100

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 1: Concepts généraux et méthodes de calcul

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ
Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 62439-1 porte le numéro d'édition 1.2. Elle comprend la première édition (2010-02) [documents 65C/583/FDIS et 65C/589/RVD], son amendement 1 (2012-06) [documents 65C/684/FDIS et 65C/691/RVD] et son amendement 2 (2016-02) [documents 65C/834/FDIS et 65C/841/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à ses amendements.

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par les amendements 1 et 2. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 62439-1 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de l'IEC: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'IEC 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 l'IEC 62439-1, qui servent à présent de base aux autres documents,
– déplacement de l'Article 5 (MRP) dans l'IEC 62439-2 avec peu de modifications éditoriales,
– déplacement de l'Article 6 (PRP) dans l'IEC 62439-3 avec peu de modifications éditoriales,
– déplacement de l'Article 7 (CRP) dans l'IEC 62439-4 avec peu de modifications éditoriales, et
– déplacement de l'Article 8 (BRP) dans l'IEC 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 l'IEC 62439-1 (Article 8),
– ajout de spécifications du protocole HSR (High-availability Seamless Redundancy), qui partage les principes du protocole PRP dans l'IEC 62439-3 (Article 5), et
– introduction du protocole DRP (IEC 62439-6).

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives de l'ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de la série IEC 62439 est disponible sous le titre général "*Réseaux industriels de communication – Réseaux de haute disponibilité pour l'automation"* sur le site Web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC 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.

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

INTRODUCTION

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

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

Ces protocoles conservent la totalité des fonctions de communication Ethernet classiques telles qu'elles sont utilisées dans le monde professionnel, de sorte que le logiciel impliqué reste applicable.

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

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

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

Partie 1: Concepts généraux et méthodes de calcul

1 Domaine d'application

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

La présente partie de la série IEC 62439 spécifie

- les éléments communs et les définitions pour d'autres parties de la série IEC 62439;
- la spécification d'essai de conformité (normative);
- un système de classification pour les caractéristiques de réseau (informative);
- une méthodologie pour l'estimation de la disponibilité du réseau (informative);
- les règles de configuration, la méthode de calcul et de mesure pour un temps de reprise déterministe dans le protocole RSTP.

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).

IEC 60050-191:1990, *Vocabulaire Électrotechnique International – Chapitre 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

IEC 61158 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain*

IEC 61158-6-10, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 6-10: Spécification de protocole de couche application – Éléments de Type 10*

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

IEEE 802.1Q*, IEEE standards for local and metropolitan area network. Virtual bridged local area networks (disponible en anglais seulement)*

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

IETF RFC 791, *Internet Protocol (Protocole Internet)*; disponible à l'adresse <http://www.ietf.org>

IEC 62439-1

Edition 1.2 2016-02

FINAL VERSION

VERSION FINALE

colour inside

Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 1: General concepts and calculation methods

Réseaux de communication industriels – Réseaux de haute disponibilité pour l'automatisation – Partie 1: Concepts généraux et méthodes de calcul



IEC 62439-1:2010-02+AMD1:2012-06+AMD2:2016-02 CSV(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD....5
INTRODUCTION....7
1 Scope....8
2 Normative references....8
3 Terms, definitions, abbreviations, acronyms, and conventions....9
3.1 Terms and definitions....9
3.2 Abbreviations and acronyms....16
3.3 Conventions....17
3.3.1 General conventions....17
3.3.2 Conventions for state machine definitions....18
3.3.3 Conventions for PDU specification....18
3.4 Reserved network addresses....18
4 Conformance requirements (normative)....19
4.1 Conformance to redundancy protocols....19
4.2 Conformance tests....19
4.2.1 Concept....19
4.2.2 Methodology....20
4.2.3 Test conditions and test cases....20
4.2.4 Test procedure and measuring....21
4.2.5 Test report....21
5 Concepts for high availability automation networks (informative)....22
5.1 Characteristics of application of automation networks....22
5.1.1 Resilience in case of failure....22
5.1.2 Classes of network redundancy....22
5.1.3 Redundancy maintenance....23
5.1.4 Comparison and indicators....23
5.2 Generic network system....25
5.2.1 Network elements....25
5.2.2 Topologies....27
5.2.3 Redundancy handling....32
5.2.4 Network recovery time....33
5.2.5 Diagnosis coverage....33
5.2.6 Failures....33
5.3 Safety....34
5.4 Security....34
6 Classification of networks (informative)....34
6.1 Notation....34
6.2 Classification of robustness....35
7 Availability calculations for selected networks (informative)....36
7.1 Definitions....36
7.2 Reliability models....37
7.2.1 Generic symmetrical reliability model....37
7.2.2 Simplified symmetrical reliability model....38
7.2.3 Asymmetric reliability model....39
7.3 Availability of selected structures....40

7.3.1 Single LAN without redundant leaves 40
7.3.2 Network without redundant leaves 40
7.3.3 Single LAN with redundant leaves 41
7.3.4 Network with redundant leaves 41
7.3.5 Considering second failures 42
7.4 Caveat 44
8 RSTP for High Availability Networks: configuration rules, calculation and measurement method for predictible recovery time 44
8.1 General 44
8.2 Deployment and configuration rules for the ring topology 44
8.3 Calculations for fault recovery time in a ring 45
8.3.1 Dependencies and failure modes 45
8.3.2 Calculations for non-considered failure modes 45
8.3.3 Calculations for the considered failure modes 45
8.4 Timing measurement method 46
8.4.1 Measurement of T_{PA} 46
8.4.2 Measurement of T_L 47
8.4.3 Measurement of (T_{TC} + T_F) 48
8.4.4 System test example 50
8.5 RSTP topology limits and maximum recovery time 51
8.5.1 RSTP protocol parameters 51
8.5.2 RSTP-specific terms and definitions 51
8.5.3 Example of a small RSTP tree 53
8.5.4 Assumption on TxHoldCount 54
8.5.5 Worst case topology and radius determination 54
8.5.6 Method to determine the worst case radius in case of a ring-ring architecture 55
8.5.7 Worst case radius of an optimized multilayer architecture 56
8.5.8 Approximated upper bond reconfiguration time for RSTP networks 57
Bibliography 60

Figure 1 – Conformance test overview 20
Figure 2 – General network elements (tree topology) 25
Figure 3 – Link Redundancy Entity in a Doubly Attached Node (DAN) 26
Figure 4 – Example of tree topology 28
Figure 5 – Example of linear topology 28
Figure 6 – Example of ring topology 29
Figure 7 – Example of a partially meshed topology 30
Figure 8 – Example of fully meshed topology 30
Figure 9 – Single LAN structure without redundant leaf links 31
Figure 10 – Single LAN structure with redundant leaf links 31
Figure 11 – Redundant LAN structure without redundant leaf links 32
Figure 12 – Redundant LAN structure with redundant leaf links 32
Figure 13 – General symmetrical fault model 37
Figure 14 – Simplified fault model 38
Figure 15 – Asymmetric fault model 39
Figure 16 – Network with no redundancy 40

Figure 17 – Network with no single point of failure 42
Figure 18 – Network with resiliency to second failure 43
Figure 19 –Test rig for T_{PA} measurement 47
Figure 20 –Test rig for T_L measurement 48
Figure 21 –Test rig for (T_{TC} + T_F) measurement 49
Figure 22 –Test rig for system test 50
Figure 23 – Diameter and Bridge Max Age 53
Figure 24 – Worst path determination 55
Figure 25 – Example ring-ring topology 55
Figure 26 – Example multilayer topology 57

Table 1 – Examples of application grace time 22
Table 2 – Examples of redundancy protocols 24
Table 3 – Code assignment for the <TYPE> field 35
Table 4 – Code assignment for the <PLCYleaf> field 35
Table 5 – Code assignment for the <TPLGY> field 35
Table 6 – Code assignment for the <ITYPE> field 36

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – HIGH AVAILABILITY AUTOMATION NETWORKS –

Part 1: General concepts and calculation methods

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.

DISCLAIMER
This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 62439-1 bears the edition number 1.2. It consists of the first edition (2010-02) [documents 65C/583/FDIS and 65C/589/RVD], its amendment 1 (2012-06) [documents 65C/684/FDIS and 65C/691/RVD] and its amendment 2 (2016-02) [documents 65C/834/FDIS and 65C/841/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendments.

This Final version does not show where the technical content is modified by amendments 1 and 2. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard 62439-1 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial Networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

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.

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

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

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.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments 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 document using a colour printer.

INTRODUCTION

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

In the fault-free state of the network, the protocols of the IEC 62439 series provide ISO/IEC 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.

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – HIGH AVAILABILITY AUTOMATION NETWORKS –

Part 1: General concepts and calculation methods

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

- the common elements and definitions for other parts of the IEC 62439 series;
- the conformance test specification (normative);
- a classification scheme for network characteristics (informative);
- a methodology for estimating network availability (informative);
- the configuration rules, calculation and measurement method for a deterministic recovery time in RSTP.

2 Normative references

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

IEC 60050-191:1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 191: Dependability and quality of service*

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

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

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

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

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

IETF RFC 791, *Internet Protocol*; available at <http://www.ietf.org>

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 65
INTRODUCTION 67
1 Domaine d'application 68
2 Références normatives 68
3 Termes, définitions, abréviations, acronymes et conventions 69
3.1 Termes et définitions 69
3.2 Abréviations et acronymes 77
3.3 Conventions 78
3.3.1 Conventions générales 78
3.3.2 Conventions pour les définitions des diagrammes d'états 78
3.3.3 Conventions pour la spécification de PDU 78
3.4 Adresses réseau réservées 79
4 Exigences de conformité (normative) 79
4.1 Conformité aux protocoles de redondance 79
4.2 Essais de conformité 80
4.2.1 Concept 80
4.2.2 Méthodologie 81
4.2.3 Conditions et scénarios d'essai 81
4.2.4 Procédure d'essai et mesures 82
4.2.5 Rapport d'essai 82
5 Concepts pour des réseaux d'automatisme à haute disponibilité (informative) 83
5.1 Caractéristiques d'application des réseaux d'automatisation 83
5.1.1 Résilience en cas de défaillance 83
5.1.2 Classes de redondance de réseau 84
5.1.3 Maintenance de la redondance 84
5.1.4 Comparaison et indicateurs 85
5.2 Système du réseau générique 86
5.2.1 Éléments du réseau 86
5.2.2 Topologies 89
5.2.3 Gestion de la redondance 96
5.2.4 Temps de reprise du réseau 96
5.2.5 Couverture de diagnostic 97
5.2.6 Défaillances 97
5.3 Sûreté 98
5.4 Sécurité 98
6 Classification de réseaux (informative) 98
6.1 Notation 98
6.2 Classification de robustesse 99
7 Calculs de disponibilité pour les réseaux sélectionnés (informative) 100
7.1 Définitions 100
7.2 Modèles de fiabilité 101
7.2.1 Modèle de fiabilité générique symétrique 101
7.2.2 Modèle de fiabilité simplifié symétrique 102
7.2.3 Modèle de fiabilité asymétrique 103
7.3 Disponibilité des structures sélectionnées 105

7.3.1 LAN simple sans feuilles redondantes 105
7.3.2 Réseau sans feuilles redondantes 105
7.3.3 LAN simple avec feuilles redondantes 106
7.3.4 Réseau avec feuilles redondantes 106
7.3.5 Considération de secondes défaillances 108
7.4 Mise en garde 109
8 RSTP pour des réseaux à haute disponibilité: règles de configuration, méthode de calcul et de mesure pour un temps de rétablissement prévisible 109
8.1 Généralités 109
8.2 Règles de déploiement et de configuration pour la topologie en anneau 110
8.3 Calculs pour le temps de reprise de panne dans un anneau 110
8.3.1 Dépendances et modes de défaillance 110
8.3.2 Calculs pour les modes de défaillance non considérés 111
8.3.3 Calculs pour les modes de défaillance considérés 111
8.4 Méthode de mesure de la synchronisation (timing) 112
8.4.1 Mesure de T_{PA} 112
8.4.2 Mesure de T_L 113
8.4.3 Mesure de (T_{TC} + T_F) 114
8.4.4 Exemple d'essai de système 116
8.5 Limites de topologie RSTP et temps de rétablissement maximal 117
8.5.1 Paramètres du protocole RSTP 117
8.5.2 Termes et définitions spécifiques à RSTP 118
8.5.3 Exemple d'arborescence RSTP de petite taille 119
8.5.4 Hypothèse relative à TxHoldCount 120
8.5.5 Topologie la plus défavorable et détermination du rayon 120
8.5.6 Méthode de détermination du rayon le plus défavorable en cas d'architecture anneau-anneau 121
8.5.7 Rayon le plus défavorable d'une architecture multicouche optimisée 123
8.5.8 Temps de reconfiguration approximatif de limite supérieure destiné aux réseaux RSTP 124
Bibliographie 126

Figure 1 – Vue d'ensemble de l'essai de conformité 81
Figure 2 – Éléments du réseau général (topologie en arbre) 87
Figure 3 – Entité de redondance de liaison dans un nœud à double association (DAN) 88
Figure 4 – Exemple d'une topologie en arbre 90
Figure 5 – Exemple d'une topologie linéaire 91
Figure 6 – Exemple d'une topologie en anneau 92
Figure 7 – Exemple d'une topologie partiellement maillée 93
Figure 8 – Exemple d'une topologie entièrement maillée 94
Figure 9 – Structure de LAN simple sans liaisons en feuille redondantes 94
Figure 10 – Structure de LAN simple avec liaisons en feuille redondantes 95
Figure 11 – Structure de LAN redondant sans liaisons en feuille redondantes 95
Figure 12 – Structure de LAN redondant avec liaisons en feuille redondantes 96
Figure 13 – Modèle de panne générique symétrique 101
Figure 14 – Modèle de panne simplifié 103
Figure 15 – Modèle de panne asymétrique 104

Figure 16 – Réseau sans redondance 105
Figure 17 – Réseau sans point unique de défaillance 107
Figure 18 – Réseau avec une résilience à la deuxième défaillance 108
Figure 19 – Banc d'essai pour mesure de T_{PA} 112
Figure 20 – Banc d'essai pour mesure de T_L 114
Figure 21 – Banc d'essai pour mesure de (T_{TC} + T_F) 115
Figure 22 – Banc d'essai pour l'essai du système 117
Figure 23 – Diamètre et Bridge Max Age 119
Figure 24 – Détermination du chemin le plus défavorable 121
Figure 25 – Exemple de topologie anneau-anneau 122
Figure 26 – Exemple de topologie multicouche 123

Tableau 1 – Exemples de temps de grâce d'applications 83
Tableau 2 – Exemples de protocoles de redondance 85
Tableau 3 – Affectation de code pour le champ <TYPE> 99
Tableau 4 – Affectation de code pour le champ <PLCYleaf> 99
Tableau 5 – Affectation de code pour le champ <TPLGY> 99
Tableau 6 – Affectation de code pour le champ <ITYPE> 100

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 1: Concepts généraux et méthodes de calcul

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ
Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 62439-1 porte le numéro d'édition 1.2. Elle comprend la première édition (2010-02) [documents 65C/583/FDIS et 65C/589/RVD], son amendement 1 (2012-06) [documents 65C/684/FDIS et 65C/691/RVD] et son amendement 2 (2016-02) [documents 65C/834/FDIS et 65C/841/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à ses amendements.

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par les amendements 1 et 2. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 62439-1 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de l'IEC: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'IEC 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 l'IEC 62439-1, qui servent à présent de base aux autres documents,
– déplacement de l'Article 5 (MRP) dans l'IEC 62439-2 avec peu de modifications éditoriales,
– déplacement de l'Article 6 (PRP) dans l'IEC 62439-3 avec peu de modifications éditoriales,
– déplacement de l'Article 7 (CRP) dans l'IEC 62439-4 avec peu de modifications éditoriales, et
– déplacement de l'Article 8 (BRP) dans l'IEC 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 l'IEC 62439-1 (Article 8),
– ajout de spécifications du protocole HSR (High-availability Seamless Redundancy), qui partage les principes du protocole PRP dans l'IEC 62439-3 (Article 5), et
– introduction du protocole DRP (IEC 62439-6).

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives de l'ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de la série IEC 62439 est disponible sous le titre général "*Réseaux industriels de communication – Réseaux de haute disponibilité pour l'automation"* sur le site Web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC 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.

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

INTRODUCTION

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

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

Ces protocoles conservent la totalité des fonctions de communication Ethernet classiques telles qu'elles sont utilisées dans le monde professionnel, de sorte que le logiciel impliqué reste applicable.

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

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

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

Partie 1: Concepts généraux et méthodes de calcul

1 Domaine d'application

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

La présente partie de la série IEC 62439 spécifie

- les éléments communs et les définitions pour d'autres parties de la série IEC 62439;
- la spécification d'essai de conformité (normative);
- un système de classification pour les caractéristiques de réseau (informative);
- une méthodologie pour l'estimation de la disponibilité du réseau (informative);
- les règles de configuration, la méthode de calcul et de mesure pour un temps de reprise déterministe dans le protocole RSTP.

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).

IEC 60050-191:1990, *Vocabulaire Électrotechnique International – Chapitre 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

IEC 61158 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain*

IEC 61158-6-10, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 6-10: Spécification de protocole de couche application – Éléments de Type 10*

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

IEEE 802.1Q*, IEEE standards for local and metropolitan area network. Virtual bridged local area networks (disponible en anglais seulement)*

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

IETF RFC 791, *Internet Protocol (Protocole Internet)*; disponible à l'adresse <http://www.ietf.org>