



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

**Réseaux industriels de communication – Réseaux d'automatisme à haute
disponibilité–
Partie 1: Concepts généraux et méthodes de calcul**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XA**
CODE PRIX

ICS 25.040, 35.040

ISBN 978-2-8322-0846-5

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms, definitions, abbreviations, acronyms, and conventions	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.....	17
3.3.3 Conventions for PDU specification.....	17
3.4 Reserved network addresses	18
4 Conformance requirements (normative).....	18
4.1 Conformance to redundancy protocols.....	18
4.2 Conformance tests	19
4.2.1 Concept.....	19
4.2.2 Methodology.....	19
4.2.3 Test conditions and test cases.....	20
4.2.4 Test procedure and measuring	20
4.2.5 Test report.....	20
5 Concepts for high availability automation networks (informative)	21
5.1 Characteristics of application of automation networks.....	21
5.1.1 Resilience in case of failure.....	21
5.1.2 Classes of network redundancy	22
5.1.3 Redundancy maintenance	22
5.1.4 Comparison and indicators	23
5.2 Generic network system	24
5.2.1 Network elements.....	24
5.2.2 Topologies.....	26
5.2.3 Redundancy handling	32
5.2.4 Network recovery time	32
5.2.5 Diagnosis coverage	32
5.2.6 Failures	32
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).....	35
7.1 Definitions	35
7.2 Reliability models	36
7.2.1 Generic symmetrical reliability model.....	36
7.2.2 Simplified symmetrical reliability model.....	38
7.2.3 Asymmetric reliability model	38
7.3 Availability of selected structures	39

7.3.1	Single LAN without redundant leaves	39
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 recovery time in a ring topology	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
	Bibliography	52
	Figure 1 – Conformance test overview	19
	Figure 2 – General network elements (tree topology)	24
	Figure 3 – Link Redundancy Entity in a Doubly Attached Node (DAN)	26
	Figure 4 – Example of tree topology	27
	Figure 5 – Example of linear topology	28
	Figure 6 – Example of ring topology	28
	Figure 7 – Example of a partially meshed topology	29
	Figure 8 – Example of fully meshed topology	30
	Figure 9 – Single LAN structure without redundant leaf links	30
	Figure 10 – Single LAN structure with redundant leaf links	31
	Figure 11 – Redundant LAN structure without redundant leaf links	31
	Figure 12 – Redundant LAN structure with redundant leaf links	31
	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	41
	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

Table 1 – Examples of application grace time	21
Table 2 – Examples of redundancy protocols	23
Table 3 – Code assignment for the <TYPE> field	34
Table 4 – Code assignment for the <PLCYleaf> field	34
Table 5 – Code assignment for the <TPLGY> field.....	35
Table 6 – Code assignment for the <ITYPE> field	35

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.

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

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

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

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

- moving Clause 6 (PRP) was to IEC 62439-3 with minor editorial changes,
- moving Clause 7 (CRP) was to IEC 62439-4 with minor editorial changes, and
- moving Clause 8 (BRP) was to IEC 62439-5 with minor editorial changes,
- adding a method to calculate the maximum recovery time of RSTP in a restricted configuration (ring) to IEC 62439-1 as Clause 8,
- adding specifications of the HSR (High-availability Seamless Redundancy) protocol, which shares the principles of PRP to IEC 62439-3 as Clause 5, and
- introducing the DRP protocol as IEC 62439-6.

This bilingual version (2013-07) corresponds to the monolingual English version, published in 2010-02.

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

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

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

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

This 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 this amendment and the base publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

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

INTRODUCTION

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

In the fault-free state of the network, the protocols of the IEC 62439 series provide ISO/IEC 8802-3 (IEEE 802.3) compatible, reliable data communication, and preserve determinism of real-time data communication. In cases of fault, removal, and insertion of a component, they provide deterministic recovery times.

These protocols retain fully the typical Ethernet communication capabilities as used in the office world, so that the software involved remains applicable.

The market is in need of several network solutions, each with different performance characteristics and functional capabilities, matching diverse application requirements. These solutions support different redundancy topologies and mechanisms which are introduced in IEC 62439-1 and specified in the other Parts of the IEC 62439 series. IEC 62439-1 also distinguishes between the different solutions, giving guidance to the user.

The IEC 62439 series follows the general structure and terms of IEC 61158 series.

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	57
INTRODUCTION.....	59
1 Domaine d'application	60
2 Références normatives.....	60
3 Termes, définitions, abréviations, acronymes et conventions	61
3.1 Termes et définitions	61
3.2 Abréviations et acronymes	68
3.3 Conventions	69
3.3.1 Conventions générales	69
3.3.2 Conventions pour les définitions des diagrammes d'états	70
3.3.3 Conventions pour la spécification de PDU	70
3.4 Adresses réseau réservées	70
4 Exigences de conformité (normative).....	71
4.1 Conformité aux protocoles de redondance.....	71
4.2 Essais de conformité	71
4.2.1 Concept.....	71
4.2.2 Méthodologie.....	73
4.2.3 Conditions et scénarios d'essai	73
4.2.4 Procédure d'essai et mesures.....	73
4.2.5 Rapport d'essai	74
5 Concepts pour des réseaux d'automatisme à haute disponibilité (informative)	74
5.1 Caractéristiques d'application des réseaux d'automatisation.....	74
5.1.1 Résilience en cas de défaillance.....	74
5.1.2 Classes de redondance de réseau.....	75
5.1.3 Maintenance de la redondance	76
5.1.4 Comparaison et indicateurs	76
5.2 Système du réseau générique	77
5.2.1 Éléments du réseau.....	77
5.2.2 Topologies.....	80
5.2.3 Gestion de la redondance.....	87
5.2.4 Temps de reprise du réseau	87
5.2.5 Couverture de diagnostic.....	88
5.2.6 Défaillances.....	88
5.3 Sûreté	89
5.4 Sécurité.....	89
6 Classification de réseaux (informative)	89
6.1 Notation	89
6.2 Classification de robustesse	90
7 Calculs de disponibilité pour les réseaux sélectionnés (informative)	91
7.1 Définitions	91
7.2 Modèles de fiabilité	92
7.2.1 Modèle de fiabilité générique symétrique	92
7.2.2 Modèle de fiabilité simplifié symétrique.....	93
7.2.3 Modèle de fiabilité asymétrique	94
7.3 Disponibilité des structures sélectionnées	96

7.3.1	LAN simple sans feuilles redondantes	96
7.3.2	Réseau sans feuilles redondantes	96
7.3.3	LAN simple avec feuilles redondantes	97
7.3.4	Réseau avec feuilles redondantes	97
7.3.5	Considération de secondes défaillances	99
7.4	Mise en garde	100
8	RSTP pour des réseaux à haute disponibilité: Règles de configuration, méthode de calcul et de mesure pour un temps de reprise déterministe dans une topologie en anneau	100
8.1	Généralités.....	100
8.2	Règles de déploiement et de configuration pour la topologie en anneau	101
8.3	Calculs pour le temps de reprise de panne dans un anneau	101
8.3.1	Dépendances et modes de défaillance.....	101
8.3.2	Calculs pour les modes de défaillance non considérés	102
8.3.3	Calculs pour les modes de défaillance considérés	102
8.4	Méthode de mesure de la synchronisation (timing)	103
8.4.1	Mesure de T_{PA}	103
8.4.2	Mesure de T_L	104
8.4.3	Mesure de $(T_{TC} + T_F)$	105
8.4.4	Exemple d'essai de système.....	106
	Bibliographie.....	109
	Figure 1 – Vue d'ensemble de l'essai de conformité.....	72
	Figure 2 – Éléments du réseau général (topologie en arbre)	78
	Figure 3 – Entité de redondance de liaison dans un nœud à double association (DAN).....	80
	Figure 4 – Exemple d'une topologie en arbre	81
	Figure 5 – Exemple d'une topologie linéaire.....	82
	Figure 6 – Exemple d'une topologie en anneau.....	83
	Figure 7 – Exemple d'une topologie partiellement maillée	84
	Figure 8 – Exemple d'une topologie entièrement maillée.....	85
	Figure 9 – Structure de LAN simple sans liaisons en feuille redondantes	85
	Figure 10 – Structure de LAN simple avec liaisons en feuille redondantes	86
	Figure 11 – Structure de LAN redondant sans liaisons en feuille redondantes.....	86
	Figure 12 – Structure de LAN redondant avec liaisons en feuille redondantes.....	87
	Figure 13 – Modèle de panne générique symétrique	92
	Figure 14 – Modèle de panne simplifié.....	94
	Figure 15 – Modèle de panne asymétrique.....	95
	Figure 16 – Réseau sans redondance.....	96
	Figure 17 – Réseau sans point unique de défaillance	98
	Figure 18 – Réseau avec une résilience à la deuxième défaillance	99
	Figure 19 – Banc d'essai pour mesure de T_{PA}	103
	Figure 20 – Banc d'essai pour mesure de T_L	105
	Figure 21 – Banc d'essai pour mesure de $(T_{TC} + T_F)$	106
	Figure 22 – Banc d'essai pour l'essai du système	107

Tableau 1 – Exemples de temps de grâce d'applications	74
Tableau 2 – Exemples de protocoles de redondance	76
Tableau 3 – Affectation de code pour le champ <TYPE>	90
Tableau 4 – Affectation de code pour le champ <PLCYleaf>	90
Tableau 5 – Affectation de code pour le champ <TPLGY>	90
Tableau 6 – Affectation de code pour le champ <ITYPE>	91

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 CEI (Commission Électrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

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

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

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

- ajout d'une méthode de calcul pour le protocole RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol, IEEE 802.1Q),
- ajout de deux nouveaux protocoles de redondance: HSR (High-availability Seamless Redundancy) et DRP (Distributed Redundancy Protocol),
- déplacement des Articles 1 à 4 (Introduction, Définitions, Aspects généraux) et des Annexes (taxinomie, calcul de disponibilité) dans la CEI 62439-1, qui servent à présent de base aux autres documents,
- déplacement de l'Article 5 (MRP) dans la CEI 62439-2 avec peu de modifications éditoriales,
- déplacement de l'Article 6 (PRP) dans la CEI 62439-3 avec peu de modifications éditoriales,
- déplacement de l'Article 7 (CRP) dans la CEI 62439-4 avec peu de modifications éditoriales, et

- déplacement de l'Article 8 (BRP) dans la CEI 62439-5 avec peu de modifications éditoriales,
- ajout d'une méthode de calcul du temps de reprise maximal du protocole RSTP dans une configuration restreinte (anneau) dans la CEI 62439-1 (Article 8),
- ajout de spécifications du protocole HSR (High-availability Seamless Redundancy), qui partage les principes du protocole PRP dans la CEI 62439-3 (Article 5), et
- introduction du protocole DRP (CEI 62439-6).

La présente version bilingue (2013-07) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2010-02.

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

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

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

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cet amendement et de la publication de base 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. À 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 CEI 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 CEI 62439 assurent une communication de données fiable et conforme à l'ISO/CEI 8802-3 (IEEE 802.3) et préservent le caractère déterministe des communications 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 la CEI 62439-1 et spécifiés dans les autres parties de la série CEI 62439. La CEI 62439-1 distingue également les différentes solutions, en donnant à l'utilisateur des lignes directrices.

La série CEI 62439 se conforme à la structure et aux termes généraux de la série CEI 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 CEI 62439 s'applique aux réseaux de haute disponibilité pour l'automatisation reposant sur la technologie 8802-3 (IEEE 802.3) (Ethernet) de l'ISO/CEI.

La présente partie de la série CEI 62439 spécifie

- les éléments communs et les définitions pour d'autres parties de la série CEI 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).

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

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

CEI 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/CEI 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>