This is a preview - click here to buy the full publication

IEC 62439-5

Edition 2.0 2016-03

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

withdrawn

Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 5: Beacon Redundancy Protocol (BRP)

Réseaux de communication industriels – Réseaux d'automatisme à haute disponibilité – Partie 5: Protocole de redondance à balise (BRP)

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 25.040; 35.040

ISBN 978-2-8322-3148-7

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

This is a preview - click here to buy the full publication

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Terms, definitions, abbreviations, acronyms, and conventions 7
3.1 Terms and definitions 7
3.2 Abbreviations and acronyms 8
3.3 Conventions 8
4 BRP overview 8
5 BRP principle of operation 8
5.1 General 8
5.2 Network topology 8
5.3 Network components 11
5.4 Rapid reconfiguration of network traffic 12
6 BRP stack and fault detection features 12
7 BRP protocol specification 14
7.1 MAC addresses 14
7.2 EtherType 14
7.3 Fault detection mechanisms 14
7.4 BRP end device 14
7.4.1 State diagram 14
7.4.2 Start-up 15
7.4.3 Normal operation 15
7.4.4 Fault detection 16
7.4.5 State-Event-Action table 16
7.5 Beacon device 26
7.5.1 State diagram 26
7.5.2 Start-up 27
7.5.3 Normal operation 27
7.5.4 Fault detection 28
7.5.5 Changing BRP parameters 28
7.5.6 State-Event-Action table 29
8 BRP message structure 36
8.1 General 36
8.2 ISO/IEC/IEEE 8802-3 (IEEE 802.3) Tagged common message header 36
8.3 Beacon message 37
8.4 Path_Check_Request message 37
8.5 Path_Check_Response message 38
8.6 Learning_Update message 38
9 BRP fault recovery time 38
10 BRP service definition 39
10.1 Supported services 39
10.2 Common service parameters 39
10.3 Set_Node_Parameters service 40
10.4 Get_Node_Parameters service 41

Withdrawn

This is a preview - click here to buy the full publication

10.5 Get_Node_Status service 43
11 BRP Management Information Base (MIB) 44
Bibliography 47

Figure 1 – BRP star network example 9
Figure 2 – BRP linear network example 10
Figure 3 – BRP ring network example 11
Figure 4 – BRP stack architecture 12
Figure 5 – State diagram for end device 15
Figure 6 – State diagram for beacon device 27

Table 1 – Parameter values for end device 17
Table 2 – State-Event-Action table for end device 18
Table 3 – Parameter values for beacon device 29
Table 4 – State-Event-Action table for beacon device 30
Table 5 – Destination MAC addresses 36
Table 6 – Common message header 37
Table 7 – Beacon message format 37
Table 8 – Path_Check_Request message format 37
Table 9 – Path_Check_Response message format 38
Table 10 – Learning_Update message format 38
Table 11 – BRP Set_Node_Parameters service parameters 40
Table 12 – BRP Get_Node_Parameters service parameters 42
Table 13 – BRP Get_Node_Status service parameters 43

Withdrawn

This is a preview - click here to buy the full publication

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – HIGH AVAILABILITY AUTOMATION NETWORKS –

Part 5: Beacon Redundancy Protocol (BRP)

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.

2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.

3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.

4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.

5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.

6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.

7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.

8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.

International Standard IEC 62439-5 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.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

a) The protocol is now independent of application (Path_Check_Request is sent periodically);

b) Failure_Notify message has been removed;

c) Frame format had been changed;

d) New MAC address had been added.

Withdrawn

This is a preview - click here to buy the full publication

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

FDIS	Report on voting
65C/834/FDIS	65C/841/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 publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

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

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

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.

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.

withdrawn

This is a preview - click here to buy the full publication

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/IEEE 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 the IEC 61158 series.

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of patents concerning fault-tolerant Ethernet provided through the use of special interfaces providing duplicate ports that may be alternatively enabled with the same network address. Switching between the ports corrects single faults in a two-way redundant system. This is given in Clauses 5 and 6.

These patents are listed in the table below, where the [xx] notation indicates the holder of the patent rights:

US 7,817,538 B2	[RA]	Fault-tolerant Ethernet network
US 8,493,840	[RA]	Fault-tolerant Ethernet network

IEC takes no position concerning the evidence, validity and scope of these patent rights.

The holder of this patent right has assured the IEC that he/she is willing to negotiate licences either free of charge or under reasonable and non-discriminatory terms and conditions with applicants throughout the world. In this respect, the statement of the holder of this patent right is registered with IEC. Information may be obtained from:

[RA] Rockwell Automation Technologies, Inc.
1 Allen-Bradley Drive
Mayfield Heights
Ohio 44124, USA

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

ISO (www.iso.org/patents) and IEC (http://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.

Withdrawn

This is a preview - click here to buy the full publication

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – HIGH AVAILABILITY AUTOMATION NETWORKS –

Part 5: Beacon Redundancy Protocol (BRP)

Withdrawn

1 Scope

The IEC 62439 series is applicable to high-availability automation networks based on the ISO/IEC/IEEE 8802-3 (IEEE 802.3) Ethernet technology.

This part of the IEC 62439 series specifies a redundancy protocol that is based on the duplication of the network, the redundancy protocol being executed within the end nodes, as opposed to a redundancy protocol built in the switches. Fast error detection is provided by two beacon nodes, the switchover decision is taken in every node individually. The cross-network connection capability enables singly attached end nodes to be connected on either of the two networks.

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

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

ISO/IEC/IEEE 8802-3:2014, *Standard for Ethernet*

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

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

IEEE 802.1Q, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks: Media Access Control (MAC) Bridges and Virtual Bridged Local Area Networks*

This is a preview - click here to buy the full publication

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 50
INTRODUCTION 52
1 Domaine d'application 53
2 Références normatives 53
3 Termes, définitions, abréviations, acronymes et conventions 53
3.1 Termes et définitions 53
3.2 Abréviations et acronymes 54
3.3 Conventions 54
4 Présentation du BRP 54
5 Principe de fonctionnement du BRP 54
5.1 Généralités 54
5.2 Topologie du réseau 54
5.3 Composants de réseau 57
5.4 Reconfiguration rapide du trafic de réseau 58
6 Pile BRP et fonctions de détection de panne 58
7 Spécification de protocole BRP 60
7.1 Adresses MAC 60
7.2 EtherType 60
7.3 Mécanismes de détection de panne 60
7.4 Appareil d'extrémité BRP 61
7.4.1 Diagramme d'état 61
7.4.2 Mise en service 63
7.4.3 Fonctionnement normal 63
7.4.4 Détection de panne 63
7.4.5 Tableau State-Event-Action 64
7.5 Appareil Beacon 78
7.5.1 Diagramme d'état 78
7.5.2 Mise en service 79
7.5.3 Fonctionnement normal 80
7.5.4 Détection de panne 80
7.5.5 Modification des paramètres BRP 81
7.5.6 Tableau State-Event-Action 81
8 Structure du message BRP 92
8.1 Généralités 92
8.2 En-tête de message commun balisé ISO/IEC/IEEE 8802-3 (IEEE 802.3) 92
8.3 Message Beacon 93
8.4 Message Path_Check_Request 93
8.5 Message Path_Check_Response 94
8.6 Message Learning_Update 94
9 Temps de reprise après panne BRP 95
10 Définition de service BRP 96
10.1 Services pris en charge 96
10.2 Paramètres communs aux services 96
10.3 Service Set_Node_Parameters 97
10.4 Service Get_Node_Parameters 98

Withdrawn

This is a preview - click here to buy the full publication

10.5 Service Get_Node_Status 100
11 Base d'informations de gestion (MIB) du BRP 101
Bibliographie 104

Figure 1 – Exemple de réseau BRP en étoile 55
Figure 2 – Exemple de réseau BRP linéaire 56
Figure 3 – Exemple de réseau BRP en anneau 57
Figure 4 – Architecture de pile BRP 59
Figure 5 – Diagramme d'état de l'appareil d'extrémité 62
Figure 6 – Diagramme d'état de l'appareil Beacon 79

Tableau 1 – Valeurs de paramètre de l'appareil d'extrémité 64
Tableau 2 – Tableau State-Event-Action de l'appareil d'extrémité 66
Tableau 3 – Valeurs de paramètre de l'appareil Beacon 82
Tableau 4 – Tableau State-Event-Action de l'appareil Beacon 84
Tableau 5 – Adresses MAC de destination 92
Tableau 6 – En-tête de message commun 93
Tableau 7 – Format du message Beacon 93
Tableau 8 – Format du message Path_Check_Request 94
Tableau 9 – Format du message Path_Check_Response 94
Tableau 10 – Format du message Learning_Update 95
Tableau 11 – Paramètres du service BRP Set_Node_Parameters 97
Tableau 12 – Paramètres du service BRP Get_Node_Parameters 99
Tableau 13 – Paramètres du service BRP Get_Node_Status 100

withdrawn

This is a preview - click here to buy the full publication

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – RÉSEAUX D'AUTOMATISME A HAUTE DISPONIBILITE –

Partie 5: Protocole de redondance à balise (BRP)

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.

La Norme internationale IEC 62439-5 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 deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2010. Cette édition constitue une révision technique.

Withdrawn

This is a preview - click here to buy the full publication

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

a) le protocole est maintenant indépendant de l'application (Path_Check_Request est périodiquement envoyé);

b) le message Failure_Notify a été supprimé;

c) le format de trame a été modifié;

d) la nouvelle adresse MAC a été ajoutée.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65C/834/FDIS	65C/841/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.

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

Cette Norme internationale doit être lue conjointement avec l'IEC 62439-1.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62439, publiées sous le titre général *Réseaux de communication industriels – Réseaux d'automatisme à haute disponibilité,* peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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 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.

Withdrawn

This is a preview - click here to buy the full publication

INTRODUCTION

La série IEC 62439 précise les principes pertinents relatifs aux réseaux de haute disponibilité qui satisfont aux exigences des réseaux d'automation industriels.

A 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/IEEE 8802-3 (IEEE 802.3) et préservent le caractère déterministe des communications en temps réel. En cas de panne, de retrait et d'insertion d'un composant, ils assurent des temps de reprise déterministes.

Ces protocoles conservent la totalité des fonctions de communication Ethernet classiques utilisées dans le monde professionnel, ce qui permet de continuer à utiliser le logiciel.

Le marché doit disposer de plusieurs solutions réseau, qui présentent des caractéristiques de performance et des capacités fonctionnelles différentes en fonction des différentes exigences d'application. Ces solutions prennent en charge différents mécanismes et topologies de redondance qui sont intégrés à 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 fournissant des lignes directrices aux utilisateurs.

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

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité au présent document peut impliquer l'utilisation de brevets pour l'Ethernet tolérant aux pannes fourni par l'utilisation d'interfaces particulières qui fournissent des ports en double et qui peuvent être par ailleurs activés avec la même adresse réseau. La commutation entre les ports corrige les premières pannes d'un système redondant deux voies. Ce sujet est abordé dans les Articles 5 et 6.

Ces droits de propriété sont énumérés dans le tableau ci-dessous; la notation [xx] désigne le détenteur du droit associé.

US 7,817,538 B2	[RA]	Fault-tolerant Ethernet network
US 8,493,840	[RA]	Fault-tolerant Ethernet network

L'IEC 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 assuré à l'IEC qu'il est prêt à négocier des licences avec les demandeurs dans le monde entier, gratuitement ou dans des conditions raisonnables et non discriminatoires. A ce propos, l'énoncé du détenteur des droits de propriété est enregistré à l'IEC. Des informations peuvent être demandées à:

[RA] Rockwell Automation Technologies, Inc.
1 Allen-Bradley Drive
Mayfield Heights
Ohio 44124, Etats-Unis

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. 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.

L'ISO (www.iso.org/patents) et l'IEC (http://patents.iec.ch) maintiennent à disposition des bases de données en ligne des brevets relatifs à leurs normes. Les utilisateurs sont encouragés à consulter ces bases de données pour obtenir l'information la plus récente sur les droits de propriété.

Withdrawn

This is a preview - click here to buy the full publication

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – RÉSEAUX D'AUTOMATISME A HAUTE DISPONIBILITE –

Partie 5: Protocole de redondance à balise (BRP)

1 Domaine d'application

La série IEC 62439 concerne les réseaux de haute disponibilité pour l'automation qui reposent sur la technologie Ethernet ISO/IEC/IEEE 8802-3 (IEEE 802.3).

La présente partie de la série IEC 62439 porte sur un protocole de redondance qui repose sur la duplication du réseau; ce protocole est exécuté dans les nœuds d'extrémité, par opposition à un protocole de redondance intégré aux commutateurs. La détection rapide des erreurs est assurée par deux nœuds Beacon; la décision de basculement est prise dans chaque nœud individuellement. La capacité de connexion interréseau permet à des nœuds d'extrémité à une seule association d'être connectés sur l'un ou l'autre des deux réseaux.

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).

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

IEC 62439-1, *Réseaux industriels de communication – Réseaux de haute disponibilité pour l'automation – Partie 1: Concepts généraux et méthodes de calcul*

ISO/IEC/TR 8802-1, Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Exigences spécifiques – Partie 1: Vue d'ensemble des normes de réseaux locaux

ISO/IEC/IEEE 8802-3:2014, *Standard for Ethernet* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 10164-1, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Gestion-systèmes: Fonction de gestion d'objets*

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

IEEE 802.1Q, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks: Media Access Control (MAC) Bridges and Virtual Bridged Local Area Networks* (disponible en anglais seulement)

Withdrawn