



IEEE

IEC 62270

Edition 2.0 2013-09

INTERNATIONAL STANDARD

IEEE Std 1249™

NORME INTERNATIONALE



Guide for computer-based control for hydroelectric power plant automation

Guide pour l'automatisation des centrales hydroélectriques à l'aide de systèmes de commande informatiques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XB

ICS 27.140

ISBN 978-2-8322-1077-2

**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	1
1 Overview	3
1.1 Scope	3
1.2 Purpose	3
2 Terms and definitions	3
3 System architecture	8
3.1 General	8
3.2 Process control system configurations	8
3.2.1 Basic configuration	8
3.2.2 Control system configuration alternatives	9
3.3 System architecture characteristics	10
3.3.1 General	10
3.3.2 Hierarchy	10
3.3.3 Control locations and levels	11
3.3.4 Interface between the control system and the controlled process	12
3.4 Local individual control	12
3.5 Local control	13
3.6 Central (remote) control	13
3.7 Off-site control	14
4 Control Functions	14
4.1 Local control functions	14
4.1.1 Start/stop sequencing	14
4.1.2 Synchronizing	15
4.1.3 Synchronous condenser mode	15
4.1.4 Pumped storage control	15
4.1.5 Turbine operation optimization	16
4.1.6 Trashrack control	16
4.1.7 Environmental control	16
4.1.8 Black start control	17
4.2 Centralized control functions	17
4.2.1 Control of individual units	17
4.2.2 Switchyard, spillway, and station service control	18
4.2.3 Plant active power (MW) control	18
4.2.4 Plant reactive power (Mvar) control	18
4.2.5 Water and power optimization	18
4.2.6 Water bypass control	19
4.3 Offsite control functions	19
4.3.1 Control of individual generator sets and selection of centralized control functions	19
4.3.2 Switchyard, spillway, and station service control	20
4.3.3 Automatic generation control (AGC)	20
4.3.4 Automatic voltage control (AVC)	20

4.3.5	Remedial action schemes (RAS)	21
4.4	Typical control parameters	21
4.5	Interfaces to other computerized systems	22
4.5.1	Fire detection data	22
4.5.2	Plant security system	23
4.5.3	Maintenance management system	23
4.5.4	Plant conditioning monitoring	23
5	Data acquisition and processing	23
5.1	Data integrity	23
5.2	Data acquisition capabilities	24
5.3	Analog	24
5.4	Discrete	25
5.4.1	Status points	25
5.4.2	Event points	25
5.4.3	Calculated points	25
5.4.4	Postmortem points	25
5.5	Alarm processing and diagnostics	25
5.6	Report generation	26
5.7	Data archival and retrieval	26
5.7.1	Operation scheduling and forecasting	26
5.7.2	Data access and security	27
5.7.3	Operator simulation training	27
6	Communications and data bases	27
6.1	Overview	27
6.2	Communications	27
6.2.1	General	27
6.2.2	Open system standards	27
6.2.3	Digital communication systems at the field level	28
6.2.4	Hydroelectric plant automation classification	28
6.2.5	Networking and communication considerations	29
6.2.6	Data communication functions	30
6.2.7	Control data communication requirements	30
6.3	Control data networks	33
6.3.1	General	33
6.3.2	Local area network (LAN) topologies	33
6.3.3	Physical transmission mode	37
6.4	Data bases and software configuration	37
6.4.1	Open systems and data bases	37
6.4.2	Real-time vs. nonreal-time database designs	38
6.4.3	Software configuration	39
7	User and plant interfaces	40
7.1	User interfaces	40
7.1.1	Input devices	40
7.1.2	Output devices	40
7.2	Plant equipment interfaces	40

7.2.1	Types	40
7.2.2	Sources	42
7.2.3	Input/output protection	42
7.2.4	Collection process	43
7.3	Security considerations	43
7.4	Ergonomic and maintenance considerations	43
7.5	User interface considerations	44
8	System performance	44
8.1	General	44
8.2	Software	45
8.3	Hardware	45
8.3.1	Input/output (I/O) subsystem	45
8.3.2	Control processing subsystems	46
8.4	Communications	47
8.5	Maintenance performance	47
8.6	Measuring performance	48
8.6.1	Functionality	48
8.6.2	Real time ability	48
8.6.3	Availability	49
8.6.4	System initialization and fail-over times	50
9	System backup capabilities	50
9.1	General	50
9.2	Design principles	50
9.3	Basic functions	51
9.4	Design of equipment for backup control	51
9.4.1	Turbine/generator units	51
9.4.2	Circuit breakers and isolating switches (local control)	51
9.4.3	Governor and excitation systems (local control)	51
9.4.4	Spillways and intake gate/turbine isolation (shutoff) valve	52
9.5	Alarm handling	52
9.6	Protective function	52
10	Site integration and support systems	52
10.1	Overview	52
10.2	Interface to other equipment	52
10.3	Environmental considerations	53
10.4	Power source	53
10.5	Supervision of contact status points	54
10.6	Supervision of transducers	55
10.7	Supervision of IED or field bus devices	55
10.8	Control output points	55
10.9	Grounding	55
10.10	Static control	55
11	Recommended test and acceptance criteria	56
11.1	Overview	56
11.2	Specific test requirements	56

11.2.1	Factory acceptance test.....	56
11.2.2	Field test.....	57
11.3	Quality assurance.....	57
11.4	Acceptance.....	58
12	System management.....	58
12.1	Maintenance.....	58
12.2	Training.....	58
12.2.1	Training plan.....	58
12.2.2	Courses.....	59
12.3	Documentation.....	59
12.3.1	Design documentation.....	59
12.3.2	System support documentation.....	60
12.4	Archive.....	60
Annex A (informative)	Bibliography.....	61
Annex B (informative)	Legacy control systems.....	65
Annex C (informative)	IEEE list of participants.....	68
Figure 1	– Generic control system configuration.....	9
Figure 2	– System with dedicated unit control processors.....	10
Figure 3	– Relationship of local, centralized and off-site control.....	12
Figure 4	– Typical functions – Unit local control board.....	13
Figure 5	– Multi-point data link versus LANs.....	33
Figure 6	– Star topology.....	35
Figure 7	– Ring topology.....	35
Figure 8	– Bus topology.....	36
Table 1	– Summary of control hierarchy for hydroelectric power plants.....	11
Table 2	– Typical parameters necessary to implement automated control.....	21
Table 3	– Classifications of hydroelectric power plant computer control systems.....	29
Table 4	– Hydroelectric computer control systems data communications attributes.....	36
Table 5	– Cable media characteristics.....	37

Guide for Computer-Based Control for Hydroelectric Power Plant Automation

Sponsor

**Energy Development and Power Generation Committee
of the
IEEE Power & Energy Society**

IEEE-SA Standards Board

Abstract: The application, design concepts and implementation of computer-based control systems for hydroelectric power plant automation is addressed. Functional capabilities, performance requirements, interface requirements, tradeoffs, and hardware considerations and operator training are discussed, including typical application examples.

Keywords: 62270, applications, computer-based control systems, functional capabilities, hardware considerations, hydroelectric power plant automation, hydroelectric power station, IEEE 1249™, interface requirements, operator training, performance requirements, recommendations

IEEE Notice to users

Laws and regulations

Users of IEEE Standards documents should consult all applicable laws and regulations. Compliance with the provisions of any IEEE Standards document does not imply compliance to any applicable regulatory requirements. Implementers of the standard are responsible for observing or referring to the applicable regulatory requirements. IEEE does not, by the publication of its standards, intend to urge action that is not in compliance with applicable laws, and these documents may not be construed as doing so.

Copyrights

This document is copyrighted by the IEEE. It is made available for a wide variety of both public and private uses. These include both use, by reference, in laws and regulations, and use in private self-regulation, standardization, and the promotion of engineering practices and methods. By making this document available for use and adoption by public authorities and private users, the IEEE does not waive any rights in copyright to this document.

Updating of IEEE documents

Users of IEEE Standards documents should be aware that these documents may be superseded at any time by the issuance of new editions or may be amended from time to time through the issuance of amendments, corrigenda, or errata. An official IEEE document at any point in time consists of the current edition of the document together with any amendments, corrigenda, or errata then in effect. In order to determine whether a given document is the current edition and whether it has been amended through the issuance of amendments, corrigenda, or errata, visit the IEEE-SA Website at <http://standards.ieee.org/index.html> or contact the IEEE at the address listed previously. For more information about the IEEE Standards Association or the IEEE standards development process, visit IEEE-SA Website at <http://standards.ieee.org/index.html>.

Errata

Errata, if any, for this and all other standards can be accessed at the following URL: <http://standards.ieee.org/findstds/errata/index.html>. Users are encouraged to check this URL for errata periodically.

Patents

Attention is called to the possibility that implementation of this standard may require use of subject matter covered by patent rights. By publication of this standard, no position is taken by the IEEE with respect to the existence or validity of any patent rights in connection therewith. If a patent holder or patent applicant has filed a statement of assurance via an Accepted Letter of Assurance, then the statement is listed on the IEEE-SA Website at <http://standards.ieee.org/about/sasb/patcom/patents.html>. Letters of Assurance may indicate whether the Submitter is willing or unwilling to grant licenses under patent rights without

compensation or under reasonable rates, with reasonable terms and conditions that are demonstrably free of any unfair discrimination to applicants desiring to obtain such licenses.

Essential Patent Claims may exist for which a Letter of Assurance has not been received. The IEEE is not responsible for identifying Essential Patent Claims for which a license may be required, for conducting inquiries into the legal validity or scope of Patents Claims, or determining whether any licensing terms or conditions provided in connection with submission of a Letter of Assurance, if any, or in any licensing agreements are reasonable or non-discriminatory. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any patent rights, and the risk of infringement of such rights, is entirely their own responsibility. Further information may be obtained from the IEEE Standards Association.

IEEE INTRODUCTION

This introduction is not part of IEEE Std 1249, Guide for Computer-Based Control for Hydroelectric Power Plant Automation

This document is a guide for the power industry for the automation of hydroelectric power plants using computer-based controls. The document was prepared by the Working Group on Computer-Based Control for Hydroelectric Power Plant Automation of the Hydroelectric Power Subcommittee of the Energy Development and Power Generation Committee of the IEEE Power and Energy Society (PES).

Automation of hydroelectric generating plants has been a proven technology for many years. However due to the relative simplicity of the control logic for hydroelectric power plants, the application of computer-based control on hydro power plants lagged, as compared to applications on thermal generating stations. With the advent of economic, computer-based control systems in the 1980s, installations of these systems in hydroelectric power plants has proceeded at a rapid pace worldwide, for both new installations and rehabilitation of control systems in existing plants. Since preparation of the original guide, significant changes in technology and application criteria have occurred. The purpose of this revision is to address these changes and to harmonize this guide with a companion document, IEEE Std 1010™, IEEE Guide for the Control of Hydroelectric Power Plants.

The guide is directed to the practicing engineer who has some familiarity with computer-based control systems. It contains references and definitions for use with the guide. Clauses addressing functional capabilities, software, security, system integration, system architecture, data bases, user and plant interfaces, system performance, back-up capabilities, support systems, testing and acceptance criteria and system management are contained in the guide.

GUIDE FOR COMPUTER-BASED CONTROL FOR HYDROELECTRIC POWER PLANT AUTOMATION

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.

IEEE Standards documents are developed within IEEE Societies and Standards Coordinating Committees of the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board. IEEE develops its standards through a consensus development process, approved by the American National Standards Institute, which brings together volunteers representing varied viewpoints and interests to achieve the final product. Volunteers are not necessarily members of IEEE and serve without compensation. While IEEE administers the process and establishes rules to promote fairness in the consensus development process, IEEE does not independently evaluate, test, or verify the accuracy of any of the information contained in its standards. Use of IEEE Standards documents is wholly voluntary. IEEE documents are made available for use subject to important notices and legal disclaimers (see <http://standards.ieee.org/IPR/disclaimers.html> for more information).

IEC collaborates closely with IEEE in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations. This Dual Logo International Standard was jointly developed by the IEC and IEEE under the terms of that agreement.

- 2) The formal decisions 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. The formal decisions of IEEE on technical matters, once consensus within IEEE Societies and Standards Coordinating Committees has been reached, is determined by a balanced ballot of materially interested parties who indicate interest in reviewing the proposed standard. Final approval of the IEEE standards document is given by the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board.
- 3) IEC/IEEE Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees/IEEE Societies in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC/IEEE Publications is accurate, IEC or IEEE 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 (including IEC/IEEE Publications) transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC/IEEE Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC and IEEE do not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC and IEEE are 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 IEEE or their directors, employees, servants or agents including individual experts and members of technical committees and IEC National Committees, or volunteers of IEEE Societies and the Standards Coordinating Committees of the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board, 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/IEEE Publication or any other IEC or IEEE 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 implementation of this IEC/IEEE Publication may require use of material covered by patent rights. By publication of this standard, no position is taken with respect to the existence or validity of any patent rights in connection therewith. IEC or IEEE shall not be held responsible for identifying Essential Patent Claims for which a license may be required, for conducting inquiries into the legal validity or scope of Patent Claims or determining whether any licensing terms or conditions provided in connection with submission of a Letter of Assurance, if any, or in any licensing agreements are reasonable or non-discriminatory. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any patent rights, and the risk of infringement of such rights, is entirely their own responsibility.

International Standard IEC 62270/IEEE Std 1249 has been jointly revised by the Energy Development & Power Generation Committee of the IEEE Power & Energy Society, in cooperation with IEC technical committee 4: Hydraulic turbines, under the terms of that agreement.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2004. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) update of system architecture aspects, with different process control system configurations;
- b) update of communications, user and plant interfaces aspects;
- c) suppression of case studies, because of the quickness of evolution of the technology;
- d) complete review of the bibliography, making mention of many IEC and IEEE standards as new references;
- e) addition of a new informative Annex B on legacy control systems.

This publication is published as an IEC/IEEE Dual Logo standard.

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

FDIS	Report on voting
4/284/FDIS	4/287/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.

International standards are drafted in accordance with the rules given in the ISO/IEC Directives, Part 2.

The IEC Technical Committee and IEEE Technical Committee have 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 document using a colour printer.

GUIDE FOR COMPUTER-BASED CONTROL FOR HYDROELECTRIC POWER PLANT AUTOMATION

1 Overview

The automation of control and data logging functions has relieved the plant operator of these tasks, allowing the operator more time to concentrate on other duties. In many cases, the plant's operating costs can be significantly reduced by automation (primarily via staff reduction) while still maintaining or increasing the plant reliability.

Automatic control systems for hydroelectric units based on electromechanical relay logic have been in general use for many years and, in fact, were considered standard practice for the industry. Within the past few decades, microprocessor-based controllers have been developed that are suitable for operation in a power plant environment. These computer-based systems have been applied for data logging, alarm monitoring, and unit and plant control. Advantages of computer-based control include use of graphical user interfaces, the incorporation of sequence of events and trending and automatic archiving and reporting into the control system and the incorporation of artificial intelligence and expert system capabilities.

1.1 Scope

This guide addresses the application, design concepts, and implementation of computer-based control systems for hydroelectric plant automation. It addresses functional capabilities, performance requirements, interface requirements, hardware considerations, and operator training. It includes recommendations for system testing and acceptance. The electrical protective system (generator and step-up transformer) is beyond the scope of this guide.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	1
1 Vue d'ensemble.....	4
1.1 Domaine d'application	4
1.2 Objet.....	4
2 Termes et définitions	5
3 Architecture du système	9
3.1 Généralités.....	9
3.2 Configurations du système de commande de processus.....	10
3.2.1 Configuration de base	10
3.2.2 Autres configurations d'un système de commande.....	11
3.3 Caractéristiques de l'architecture système	12
3.3.1 Généralités.....	12
3.3.2 Hiérarchie.....	12
3.3.3 Localisations et niveaux des commandes	14
3.3.4 Interface entre le système de commande et les processus commandés.....	15
3.4 Commande locale individuelle	15
3.5 Commande locale.....	16
3.6 Commande centrale (à distance).....	17
3.7 Commande hors site	17
4 Fonctions de commande.....	18
4.1 Fonctions de commande locale	18
4.1.1 Séquencement démarrage/arrêt.....	18
4.1.2 Synchronisation.....	19
4.1.3 Mode compensateur synchrone	19
4.1.4 Commande de fonctionnement en pompage pour accumulation	19
4.1.5 Optimisation du fonctionnement de la turbine	20
4.1.6 Commande de la grille de prise d'eau.....	20
4.1.7 Contrôle de l'environnement	20
4.1.8 Commande de démarrage autonome (en black-start).....	21
4.2 Fonctions de commande centralisées.....	21
4.2.1 Commande des groupes pris individuellement	22
4.2.2 Commande du poste électrique, du déversoir et des auxiliaires	22
4.2.3 Commande de la puissance active de la centrale (MW)	22
4.2.4 Commande de la puissance réactive de la centrale (Mvar)	23
4.2.5 Optimisation de l'eau et de la puissance.....	23
4.2.6 Commande de dérivation d'eau par by-pass	23
4.3 Fonctions de commande hors site	23
4.3.1 Commande des groupes générateurs pris individuellement et sélection des fonctions de commande centralisées.....	24
4.3.2 Commande du poste électrique, du déversoir et des auxiliaires	25

4.3.3	Réglage automatique de production (AGC).....	25
4.3.4	Réglage automatique de tension (AVC)	25
4.3.5	Schémas d'action corrective (RAS).....	26
4.4	Paramètres de commande typiques	26
4.5	Interfaces avec les autres systèmes informatiques	28
4.5.1	Données de détection d'incendie	28
4.5.2	Système de sécurité de la centrale	28
4.5.3	Système de gestion de la maintenance.....	28
4.5.4	Surveillance de l'état de la centrale	28
5	Acquisition et traitement des données	29
5.1	Intégrité des données	29
5.2	Capacités d'acquisition de données.....	29
5.3	Analogique	30
5.4	Discret	30
5.4.1	Points d'état	30
5.4.2	Points d'événement	30
5.4.3	Points calculés	31
5.4.4	Les points post-mortem	31
5.5	Traitement des alarmes et diagnostics	31
5.6	Génération de rapports.....	31
5.7	Archivage et récupération des données	32
5.7.1	Programmation et prévision de fonctionnement	32
5.7.2	Sécurité et accès aux données	32
5.7.3	Formation de l'opérateur par simulation.....	33
6	Communications et bases de données.....	33
6.1	Vue d'ensemble.....	33
6.2	Communications.....	33
6.2.1	Généralités.....	33
6.2.2	Normes applicables aux systèmes ouverts	33
6.2.3	Systèmes de communication numériques dédiés (bus de terrain)	34
6.2.4	Classification de l'automatisation des centrales hydroélectriques	34
6.2.5	Considérations sur la mise en réseau et la communication	35
6.2.6	Fonctions de communication des données.....	36
6.2.7	Exigences applicables à la communication des données de commande.....	37
6.3	Réseaux de données de commande	39
6.3.1	Généralités.....	39
6.3.2	Topologies de réseaux locaux (LAN)	39
6.3.3	Mode de transmission physique.....	44
6.4	Bases de données et configuration logicielle	45
6.4.1	Systèmes ouverts et bases de données.....	45
6.4.2	Conceptions de base de données temps réel ou non	45
6.4.3	Configuration logicielle	46
7	Interfaces utilisateur et interfaces avec la centrale	47
7.1	Interfaces utilisateur.....	47

7.1.1	Dispositifs d'entrée	47
7.1.2	Dispositifs de sortie	47
7.2	Interfaces d'équipements de centrale	48
7.2.1	Types	48
7.2.2	Sources	50
7.2.3	Protection des entrées/sorties	50
7.2.4	Processus de collecte.....	51
7.2.5	Fréquence de balayage	51
7.3	Considérations relatives à la sécurité	51
7.4	Considérations ergonomiques et de maintenance.....	51
7.5	Considérations liées à l'interface utilisateur.....	52
8	Performances du système	52
8.1	Généralités.....	52
8.2	Logiciel	53
8.3	Matériel.....	53
8.3.1	Sous-système d'entrée/sortie (E/S)	53
8.3.2	Sous-systèmes de traitement de commande.....	54
8.4	Communications.....	56
8.5	Performance de la maintenance	56
8.6	Mesure des performances	57
8.6.1	Fonctionnalités	57
8.6.2	Capacité temps réel.....	57
8.6.3	Disponibilité.....	59
8.6.4	Initialisation du système et temps de basculement	59
9	Capacités de secours du système	60
9.1	Généralités.....	60
9.2	Principes de conception	60
9.3	Fonctions de base	60
9.4	Conception des équipements de la commande de secours	61
9.4.1	Groupes turbines/générateurs	61
9.4.2	Disjoncteurs et interrupteurs d'isolement (commande locale).....	61
9.4.3	Systèmes de régulation turbine et d'excitation (commande locale).....	61
9.4.4	Vannes d'évacuateur de crues, vanne de prise d'eau/vanne d'isolation (arrêt) de la turbine.....	61
9.5	Traitement des alarmes.....	62
9.6	Fonction de protection.....	62
10	Systèmes d'intégration et d'appui sur site.....	62
10.1	Vue d'ensemble.....	62
10.2	Interface avec d'autres équipements	62
10.3	Considérations environnementales	62
10.4	Source d'alimentation électrique.....	63
10.5	Supervision des points d'état de contacts.....	65
10.6	Supervision des transducteurs	65
10.7	Supervision des dispositifs électroniques intelligents IED ou des bus de terrain	65

10.8	Points de sortie de commande	65
10.9	Mise à la terre	66
10.10	Contrôle des décharges statiques	66
11	Essais et critères de réception recommandés	66
11.1	Vue d'ensemble.....	66
11.2	Exigences spécifiques d'essais	67
11.2.1	Essais de réception en usine	67
11.2.2	Essai sur site.....	68
11.3	Assurance qualité.....	68
11.4	Réception.....	69
12	Gestion du système.....	69
12.1	Maintenance.....	69
12.2	Formation.....	69
12.2.1	Plan de formation	69
12.2.2	Cours	69
12.3	Documentation	70
12.3.1	Documentation de conception.....	70
12.3.2	Documentation de support système	71
12.4	Archives	72
Annexe A (informative)	Bibliographie	73
Annexe B (informative)	Systèmes de commande obsolètes.....	77
Annexe C (informative)	Liste IEEE des participants	80
Figure 1	– Configuration générique d'un système de commande.....	11
Figure 2	– Système avec processeurs de commande dédiés.....	12
Figure 3	– Relations entre les commandes locale, centralisée et hors site	15
Figure 4	– Fonctions types – Tableau de commande locale de groupe générateur.....	17
Figure 5	– Liaison de données multipoint versus LAN	40
Figure 6	– Topologie en étoile.....	42
Figure 7	– Topologie en anneau.....	42
Figure 8	– Topologie en bus	43
Tableau 1	– Résumé de la hiérarchie de commande pour les centrales hydroélectriques.....	13
Tableau 2	– Paramètres types nécessaires à la mise en œuvre de la commande automatisée.....	26
Tableau 3	– Classifications des systèmes de commande informatiques des centrales hydroélectriques	35
Tableau 4	– Attributs des communications de données des systèmes de commande informatiques dans les centrales hydroélectriques	43
Tableau 5	– Caractéristiques des supports câblés	44

GUIDE POUR L'AUTOMATISATION DES CENTRALES HYDROELECTRIQUES A L'AIDE DE SYSTEMES DE COMMANDE INFORMATIQUES

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, indépendamment d'autres activités, la CEI publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, auxquels 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.

Les normes IEEE sont élaborées par les Sociétés de l'IEEE et par les Comités de coordination des normes du Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE-SA). Ces normes IEEE sont l'aboutissement d'un consensus, soumis à l'approbation de l'Institut national américain de normalisation, qui rassemble des bénévoles représentant divers points de vue et intérêts. Les participants bénévoles ne sont pas nécessairement membres de l'IEEE et leur intervention n'est pas rétribuée. Si l'IEEE administre le déroulement de cette procédure et définit les règles destinées à favoriser l'équité du consensus, l'IEEE lui-même n'évalue pas, ne soumet pas à essai et ne vérifie pas l'exactitude de toute information contenue dans ses normes. L'utilisation de normes de l'IEEE est entièrement volontaire. Les documents de l'IEEE sont disponibles à des fins d'utilisation à condition d'être assortis d'avis importants et de clauses de non-responsabilité (voir "<http://standards.ieee.org/IPR/disclaimers.html>" <http://standards.ieee.org/IPR/disclaimers.html> pour de plus amples informations).

La CEI travaille en étroite collaboration avec l'IEEE, selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations. Cette norme internationale double logo était à l'origine une norme IEEE adoptée par la CEI et a été révisée conjointement par la CEI et l'IEEE, conformément aux dispositions de cet accord.

- 2) Les décisions officielles de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études. Une fois le consensus établi entre les Sociétés de l'IEEE et les Comités de coordination des normes, les décisions officielles de l'IEEE relatives aux questions techniques sont déterminées en fonction du vote exprimé par un groupe à la composition équilibrée, composé de parties intéressées qui manifestent leur intérêt pour la révision des normes proposées. L'approbation finale de la norme de l'IEEE est soumise au Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE-SA).
- 3) Les Publications CEI/IEEE se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI/Sociétés de l'IEEE. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin de s'assurer de l'exactitude du contenu technique des Publications CEI/IEEE; la CEI ou l'IEEE ne peut être tenu responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI (y compris les Publications CEI/IEEE) dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications CEI/IEEE et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI et l'IEEE eux-mêmes ne fournissent aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI et l'IEEE ne sont responsables d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Il convient que tous les utilisateurs s'assurent qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI ou à l'IEEE, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, ou les bénévoles des Sociétés de l'IEEE et des Comités de coordination des normes du Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE-SA), pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, direct ou indirect, 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 CEI/IEEE ou de toute autre publication de la CEI ou de l'IEEE, ou du 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 la mise en application de cette Publication CEI/IEEE peut requérir l'utilisation de matériels protégés par des droits de brevet. En publiant cette norme, aucun parti n'est pris concernant l'existence ou la validité de droits de brevet y afférents. Ni la CEI ni l'IEEE ne peuvent être tenus d'identifier les revendications de brevet essentielles pour lesquelles une autorisation peut s'avérer nécessaire, d'effectuer des recherches sur la validité juridique ou l'étendue des revendications des brevets, ou de déterminer le caractère raisonnable ou non discriminatoire des termes ou conditions d'autorisation énoncés dans le cadre d'un Certificat d'assurance, lorsque la demande d'un tel certificat a été formulée, ou contenus dans tout accord d'autorisation. Les utilisateurs de cette norme sont expressément informés du fait que la détermination de la validité de tous droits de propriété industrielle, ainsi que les risques qu'implique la violation de ces droits, relèvent entièrement de leur seule responsabilité.

La Norme internationale CEI 62270/IEEE Std 1249 a été révisée conjointement par l'"Energy Development & Power Generation Committee" de la "Power & Energy Society" de l'IEEE, en coopération avec le comité d'études 4 de la CEI: Turbines hydrauliques, selon les dispositions de cet accord.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2004. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) mise à jour des aspects architecture du système, avec les différentes configurations du système de commande de processus;
- b) mise à jour des aspects communications, interfaces utilisateur et interfaces avec la centrale;
- c) suppression des études de cas, en raison de la rapidité d'évolution de la technologie;
- d) revue complète de la bibliographie, avec mention de nombreuses normes IEC et IEEE comme nouvelles références;
- e) ajout d'une nouvelle Annexe B informative sur les systèmes de commande obsolètes.

La présente publication est une norme double logo CEI/IEEE.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants de la CEI:

FDIS	Rapport de vote
4/284/FDIS	4/287/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.

Les normes internationales sont rédigées selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

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

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

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.

GUIDE POUR L'AUTOMATISATION DES CENTRALES HYDROELECTRIQUES A L'AIDE DE SYSTEMES DE COMMANDE INFORMATIQUES

1 Vue d'ensemble

L'automatisation des fonctions de commande et de consignation des données a libéré l'opérateur de ces tâches et lui offre plus de temps pour se concentrer sur ses autres missions. Dans de nombreux cas, les coûts d'exploitation de la centrale peuvent être réduits de manière significative par l'automatisation (principalement grâce à la réduction du personnel), tout en maintenant ou en augmentant le niveau de fiabilité de la centrale.

Les systèmes de commande automatique pour les groupes de production hydroélectriques s'appuyant sur une logique à relais électromécaniques ont été largement utilisés pendant de nombreuses années et, de fait, étaient considérés comme la pratique normale de l'industrie. Ces dernières décennies, sont apparus des automates programmables à microprocesseurs adaptés à un fonctionnement dans un environnement de centrale électrique. Ces systèmes informatiques ont été utilisés pour la consignation des données, la surveillance des alarmes et la commande des groupes de production et de la centrale. L'utilisation d'interfaces utilisateur graphiques, l'intégration dans le système de commande de listes d'événements, de tendances, d'archivage automatique et d'établissement de rapports, de même que l'intégration de capacités d'intelligence artificielle et de systèmes experts sont des avantages des systèmes de commande informatiques.

1.1 Domaine d'application

Le présent guide traite de l'application, la conception et la mise en œuvre de systèmes de commande informatiques destinés à l'automatisation des centrales hydroélectriques. Il décrit les capacités fonctionnelles, les exigences de performance, les exigences applicables aux interfaces, les considérations matérielles et la formation des opérateurs. Il inclut des recommandations pour les essais et la réception des systèmes. Le système de protection électrique (générateur et transformateur élévateur de tension) ne fait pas partie du domaine d'application du présent guide.