



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Communication networks and systems for power utility automation –
Part 5: Communication requirements for functions and device models**

**Réseaux et systèmes de communication pour l'automatisation des systèmes
électriques –
Partie 5: Exigences de communication pour les modèles de fonctions et
d'appareils**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.200

ISBN 978-2-83220-556-3

**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..... | 7 |
| INTRODUCTION..... | 9 |
| 1 Scope..... | 11 |
| 2 Normative references | 11 |
| 3 Terms and definitions | 12 |
| 3.1 General | 12 |
| 3.2 Connections | 14 |
| 3.3 Relations between IEDs | 15 |
| 3.4 Substation structures..... | 15 |
| 3.5 Power utility automation functions at different levels..... | 16 |
| 3.6 Miscellaneous | 17 |
| 4 Abbreviations | 17 |
| 5 Power utility automation functions | 17 |
| 5.1 General | 17 |
| 5.2 Example substation automation system | 18 |
| 5.2.1 General | 18 |
| 5.2.2 Logical allocation of functions and interfaces..... | 18 |
| 5.2.3 The physical allocation of functions and interfaces | 20 |
| 5.2.4 The role of interfaces..... | 20 |
| 5.3 Other application examples | 21 |
| 5.3.1 Substation – Substation..... | 21 |
| 5.3.2 Substation – Network Control | 21 |
| 5.3.3 Wind..... | 21 |
| 5.3.4 Hydro | 21 |
| 5.3.5 DER | 21 |
| 6 Goal and requirements | 21 |
| 6.1 Interoperability | 21 |
| 6.2 Static design requirements | 22 |
| 6.3 Dynamic interaction requirements | 22 |
| 6.4 Response behaviour requirements | 23 |
| 6.5 Approach to interoperability..... | 23 |
| 6.6 Conformance test requirements..... | 24 |
| 7 Categories of functions..... | 24 |
| 7.1 General | 24 |
| 7.2 System support functions | 24 |
| 7.3 System configuration or maintenance functions..... | 24 |
| 7.4 Operational or control functions..... | 25 |
| 7.5 Bay local process automation functions | 25 |
| 7.6 Distributed process automation functions | 25 |
| 8 Function description and function requirements | 26 |
| 8.1 Approach..... | 26 |
| 8.2 Function description | 27 |
| 8.3 The PICOM description | 27 |
| 8.3.1 The PICOM approach | 27 |
| 8.3.2 The content of PICOM description | 27 |

| | | |
|--------|---|----|
| 8.3.3 | Attributes of PICOMs | 27 |
| 8.3.4 | PICOM attributes to be covered by any message | 27 |
| 8.3.5 | PICOM attributes to be covered at configuration time only | 28 |
| 8.3.6 | PICOM attributes to be used for data flow calculations only | 28 |
| 8.4 | Logical node description | 28 |
| 8.4.1 | The logical node concept | 28 |
| 8.4.2 | Logical nodes and logical connections | 29 |
| 8.4.3 | Examples for decomposition of common functions into logical nodes | 30 |
| 8.5 | List of logical nodes | 31 |
| 8.5.1 | Logical Node allocation and distributed functions | 31 |
| 8.5.2 | Explanation to tables | 32 |
| 8.5.3 | Protection | 33 |
| 8.5.4 | Logical nodes for protection related functions | 40 |
| 8.5.5 | Control | 42 |
| 8.5.6 | Interfaces, logging, and archiving | 43 |
| 8.5.7 | Automatic process control | 44 |
| 8.5.8 | Functional blocks | 45 |
| 8.5.9 | Metering and measurement | 46 |
| 8.5.10 | Power quality | 47 |
| 8.5.11 | Physical device and common data | 48 |
| 8.6 | LN related to system services | 48 |
| 8.6.1 | System and device security | 48 |
| 8.6.2 | Switching devices | 49 |
| 8.6.3 | LN for supervision and monitoring | 50 |
| 8.6.4 | Instrument transformers | 51 |
| 8.6.5 | Position sensors | 51 |
| 8.6.6 | Material status sensors | 52 |
| 8.6.7 | Flow status sensors | 52 |
| 8.6.8 | Generic sensors | 52 |
| 8.6.9 | Power transformers | 53 |
| 8.6.10 | Further power system equipment | 53 |
| 8.6.11 | Generic process I/O | 54 |
| 8.7 | Mechanical non-electrical primary equipment | 54 |
| 9 | The application concept for logical nodes | 54 |
| 9.1 | Example out of the domain substation automation | 54 |
| 9.2 | Typical allocation and use of logical nodes | 54 |
| 9.2.1 | Free allocation of LNs | 54 |
| 9.2.2 | Station level | 55 |
| 9.2.3 | Bay level | 55 |
| 9.2.4 | Process/switchgear level | 55 |
| 9.2.5 | The use of generic logical nodes | 55 |
| 9.3 | Basic examples | 55 |
| 9.4 | Additional examples | 56 |
| 9.5 | Modelling | 58 |
| 9.5.1 | Important remarks | 58 |
| 9.5.2 | Object classes and instances | 58 |
| 9.5.3 | Requirements and modelling | 58 |
| 9.5.4 | LN and modelling | 58 |
| 9.5.5 | Use of LN for applications | 59 |

| | | |
|-----------------------|---|-----|
| 10 | System description and system requirements | 59 |
| 10.1 | Need for a formal system description..... | 59 |
| 10.2 | Requirements for logical node behaviour in the system | 59 |
| 11 | Performance requirements | 60 |
| 11.1 | Message performance requirements..... | 60 |
| 11.1.1 | Basic definitions and requirements | 60 |
| 11.1.2 | Message types and performance classes..... | 65 |
| 11.1.3 | Definition of transfer time and synchronization classes | 66 |
| 11.2 | Messages types and performances classes | 69 |
| 11.2.1 | Type 1 – Fast messages (“Protection”) | 69 |
| 11.2.2 | Type 2 – Medium speed messages (“Automatics”)..... | 69 |
| 11.2.3 | Type 3 – Low speed messages (“Operator”) | 70 |
| 11.2.4 | Type 4 – Raw data messages (“Samples”)..... | 70 |
| 11.2.5 | Type 5 – File transfer functions | 70 |
| 11.2.6 | Type 6 – Command messages and file transfer with access control | 71 |
| 11.3 | Requirements for data and communication quality..... | 71 |
| 11.3.1 | General remarks | 71 |
| 11.3.2 | Data integrity..... | 72 |
| 11.3.3 | Reliability | 73 |
| 11.3.4 | Availability..... | 74 |
| 11.4 | Requirements concerning the communication system | 74 |
| 11.4.1 | Communication failures | 74 |
| 11.4.2 | Requirements for station and bay level communication..... | 75 |
| 11.4.3 | Requirements for process level communication | 75 |
| 11.4.4 | Requirements for recovery delay | 76 |
| 11.4.5 | Requirements for communication redundancy..... | 76 |
| 11.5 | System performance requirements | 76 |
| 12 | Additional requirements for the data model..... | 77 |
| 12.1 | Semantics | 77 |
| 12.2 | Logical and physical identification and addressing..... | 77 |
| 12.3 | Self-description | 77 |
| 12.4 | Administrative issues..... | 77 |
| Annex A (informative) | Logical nodes and related PICOMs | 78 |
| Annex B (informative) | PICOM identification and message classification..... | 93 |
| Annex C (informative) | Communication optimization | 101 |
| Annex D (informative) | Rules for function definition..... | 102 |
| Annex E (informative) | Interaction of functions and logical nodes | 104 |
| Annex F (informative) | Functions | 105 |
| Annex G (informative) | Results from function description | 129 |
| Annex H (informative) | Substation configurations | 135 |
| Annex I (informative) | Examples for protection functions in compensated networks..... | 140 |
| Bibliography | | 142 |
| Figure 1 | – Relative position of this part of the standard..... | 10 |
| Figure 2 | – Levels and logical interfaces in substation automation systems..... | 19 |
| Figure 3 | – The logical node and link concept (explanation see text)..... | 30 |

| | |
|--|-----|
| Figure 4 – Examples of the application of the logical node concept (explanation see text)..... | 31 |
| Figure 5 – Protection function consisting of 3 logical nodes | 32 |
| Figure 6 – The basic communication links of a logical node of main protection type..... | 39 |
| Figure 7 – Decomposition of functions into interacting LNs on different levels: Examples for generic automatic function, breaker control function and voltage control function..... | 55 |
| Figure 8 – Decomposition of functions into interacting LN on different levels: Examples for generic function with telecontrol interface, protection function and measuring/metering function | 56 |
| Figure 9 – Example for control and protection LNs of a transformer bay combined in one physical device (some kind of maximum allocation)..... | 56 |
| Figure 10 – Example for interaction of LNs for switchgear control, interlocking, synchrocheck, autoreclosure and protection (Abbreviation for LN see above) | 57 |
| Figure 11 – Example for sequential interacting of LNs (local and remote) for a complex function like point-on-wave switching (Abbreviations for LN see above) – Sequence view | 57 |
| Figure 12 – Circuit breaker controllable per phase (XCBR instances per phase) and instrument transformers with measuring units per phase (TCTR or TVTR per phase)..... | 58 |
| Figure 13 – Definition of "overall transfer time" t and indication of processing times | 62 |
| Figure 14 – Transfer time for binary signal with conventional output and input relays..... | 63 |
| Figure 15 – Definition of transfer time t for binary signals in case of line protection..... | 64 |
| Figure 16 – Definition of transfer time t over serial link in case of line protection..... | 64 |
| Figure H.1 – T1-1 Small size transmission substation (single busbar 132 kV with infeed from 220 kV) | 135 |
| Figure H.2 – D2-1 Medium size distribution substation (double busbar 22 kV with infeed from 69 kV) | 135 |
| Figure H.3 – T1-2 Small size transmission substation (1 1/2 breaker busbar at 110 kV)..... | 135 |
| Figure H.4 – T2-2 Large size transmission substation (ring bus at 526 kV, double busbar at 138 kV) | 136 |
| Figure H.5 – Substation of type T1-1 with allocation functions | 137 |
| Figure H.6 – Substation of type D2-1 with allocated functions | 138 |
| Figure H.7 – Substation of type T1-2 (functions allocated same as for T2-2 in Figure H.8) | 138 |
| Figure H.8 – Substation of type T2-2 with allocated functions | 139 |
| Figure I.1 – The transient earth fault in a compensated network | 140 |
| Figure I.2 – Short term bypass for single earth fault in compensated networks | 141 |
| Figure I.3 – Double earth fault in compensated networks | 141 |
| Table 1 – Classes for transfer times..... | 67 |
| Table 2 – Time synchronization classes for IED synchronization..... | 68 |
| Table 3 – Application of time synchronization classes for time tagging or sampling..... | 68 |
| Table 4 – Data integrity classes | 72 |
| Table 5 – Security classes | 73 |
| Table 6 – Dependability classes..... | 74 |
| Table 7 – Requirements on recovery time (examples)..... | 76 |
| Table A.1 – PICOM groups | 78 |

| | |
|--|-----|
| Table A.2 – Logical node list..... | 79 |
| Table B.1 – PICOM identification (Part 1) | 94 |
| Table B.2 – PICOM identification (Part 2) | 95 |
| Table B.3 – PICOM allocation (Part 1) | 96 |
| Table B.4 – PICOM allocation (Part 2) | 97 |
| Table B.5 – PICOM types | 99 |
| Table G.1 – Function-function interaction (Part 1) | 129 |
| Table G.2 – Function-function interaction (Part 2) | 130 |
| Table G.3 – Function decomposition into logical nodes (Part 1) | 131 |
| Table G.4 – Function decomposition into logical nodes (Part 2) | 132 |
| Table G.5 – Function decomposition into logical nodes (Part 3) | 133 |
| Table G.6 – Function decomposition into logical nodes (Part 4) | 134 |
| Table H.1 – Definition of the configuration of all substations evaluated | 136 |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMUNICATION NETWORKS AND SYSTEMS FOR POWER UTILITY AUTOMATION –

Part 5: Communication requirements for functions and device models

FOREWORD

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

International Standard IEC 61850-5 has been prepared by IEC technical committee 57: Power systems management and associated information exchange.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2003. It constitutes a technical revision.

The major technical changes with regard to the previous edition are as follows:

- extension from substation automation systems to utility automation systems;
- including the interfaces for communication between substations (interfaces 2 and 11);
- requirements from communication beyond the boundary of the substation.

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

| FDIS | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 57/1286/FDIS | 57/1309/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.

A list of all the parts in the IEC 61850 series, published under the general title *Communication networks and systems for power utility automation*, can be found on the IEC website.

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next edition.

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 document using a colour printer.

INTRODUCTION

This part of IEC 61850 is part of set of standards, the IEC 61850 series. The IEC 61850 series is intended to provide interoperability between all devices in power utility automation systems. Therefore, it defines communication networks and systems for power utility automation, and more specially the communication architecture for subsystems like substation automation systems. The sum of all subsystems may result also in the description of the communication architecture for the overall power system management.

Communication between these devices in subsystems and between the subsystems within the overall power utility automation system fulfils a lot of requirements imposed by all the functions to be performed in power utility automation systems starting from the core requirements in substations. These requirements are stated both for the data to be organized in a data model and for the data exchange resulting in services. Performance of the data exchange means not only transfer times but also the quality of the data exchange avoiding losses of information in the communication.

Depending on the philosophy both of the vendor and the user and on the state-of-the-art in technology, the allocation of functions to devices and control levels is not commonly fixed. Therefore, the standard shall support any allocation of functions. This results in different requirements for the different communication interfaces within the substation or plant, at its border and beyond.

The standard series shall be long living but allow following the fast changes in communication technology by both its technical approach and its document structure. Figure 1 shows the relationship of Part 5 to subsequent parts of IEC 61850 series.

The standard series IEC 61850 has been organized so that at least minor changes to one part do not require a significant rewriting of another part. For example, the derived data models in subsequent parts (IEC 61850-7-x) and mappings to dedicated stacks (IEC 61850-8-x and IEC 61850-9-x) based on the communication requirements in Part 5 will not change the requirements defined in Part 5. In addition, the general parts, the requirement specification and the modelling parts are independent from any implementation. The implementation needed for the use of the standard is defined in some few dedicated parts referring to main stream communication means thus supporting the long living of the standard and its potential for later technical changes.

This Part 5 of the standard IEC 61850 defines the communication requirements for functions and device models for power utility automation systems.

The modelling of communication requires the definition of objects (e.g., data objects, data sets, report control, log control) and services accessing the objects (e.g., get, set, report, create, delete). This is defined in Part 7 with a clear interface to implementation. To use the benefits of communication technology, in this standard no new protocol stacks are defined but a standardized mapping on existing stacks is given in Part 8 and Part 9. A System configuration language (Part 6) for strong formal description of the system usable for software tools and a standardized conformance testing (Part 10) complement the standard. Figure 1 shows the general structure of the documents of IEC 61850 as well as the position of the clauses defined in this document.

NOTE To keep the layered approach of the standard not mixing application and implementation requirements, terms like client, server, data objects, etc. are normally not used in Part 5 (requirements). In Parts 7 (modelling), 8 and 9 (specific communication service mapping) terms belonging to application requirements like PICOM are normally not used.

| |
|---|
| IEC 61850-10 Conformance testing |
| IEC 61850-6 Configuration description language for communication |
| IEC 61850-8-x IEC 61850-9-x Specific communication service mapping |
| IEC 61850-7-4 Compatible logical node and data object addressing |
| IEC 61850-7-3 Common data classes and attributes |
| IEC 61850-7-2 Abstract communication service interface (ACSI) |
| IEC 61850-7-1 Communication reference model |
| IEC 61850-5 Communication requirements for functions and device models |

IEC 2379/12

Figure 1 – Relative position of this part of the standard

COMMUNICATION NETWORKS AND SYSTEMS FOR POWER UTILITY AUTOMATION –

Part 5: Communication requirements for functions and device models

1 Scope

This part of IEC 61850 applies to power utility automation systems with the core part of substation automation systems (SAS). It standardizes the communication between intelligent electronic devices (IEDs) and defines the related system requirements to be supported.

The specifications of this part refer to the communication requirements of the functions in power automation systems. Most examples of functions and their communication requirements in this part are originated primarily from the substation automation domain and may be reused or extended for other domains within power utility automation if applicable. Note that sometimes instead of the term substation automation domain the term substation domain is used, especially if both the switchyard devices (primary system) and the automation system (secondary system) is regarded.

The description of the functions is not used to standardize the functions, but to identify communication requirements between Intelligent Electronic Devices within plants and substations in the power system, between such stations (e.g. between substation for line protection) and between the plant or substation and higher-level remote operating places (e.g. network control centres) and maintenance places. Also interfaces to remote technical services (e.g. maintenance centres) are considered. The general scope is the communication requirements for power utility automation systems. The basic goal is interoperability for all interactions providing a seamless communication system for the overall power system management.

Standardizing functions and their implementation is completely outside the scope of this standard. Therefore, it cannot be assumed a single philosophy of allocating functions to devices. To support the resulting request for free allocation of functions, a proper breakdown of functions into parts relevant for communication is defined. The exchanged data and their required performance are defined.

The same or similar intelligent electronic devices from substations like protective and control devices are found in other installations like power plants also. Using this standard for such devices in these plants facilitates the system integration e.g. between the power plant control and the related substation automation system. For some of such other application domains like wind power plants, hydro power plants and distributed energy resources specific standard parts according to IEC 61850 series have been already defined and published.

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 61000-4-15, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-15: Testing and measurement techniques – Flickermeter – Functional and design specifications*

IEC/TS 61850-2, *Communication networks and systems in substations – Part 2: Glossary*

IEC 61850-6, *Communication networks and systems for power utility automation – Part 6: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs*

IEC 81346 (all parts), *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations*

Cigre JWG 34./35.11 – *Protection using Telecommunication, Cigre Technical Brochure (TB) 192* (111 pages), 2007

SOMMAIRE

| | |
|--|-----|
| AVANT-PROPOS | 149 |
| INTRODUCTION | 151 |
| 1 Domaine d'application | 153 |
| 2 Références normatives | 153 |
| 3 Termes et définitions | 154 |
| 3.1 Généralités | 154 |
| 3.2 Connexions | 157 |
| 3.3 Relations entre IED | 157 |
| 3.4 Structures de poste | 158 |
| 3.5 Fonctions d'automatisation des systèmes électriques à différents niveaux | 158 |
| 3.6 Divers | 159 |
| 4 Abréviations | 159 |
| 5 Fonctions du système d'automatisation des systèmes électriques | 160 |
| 5.1 Généralités | 160 |
| 5.2 Exemple de système d'automatisation de poste | 160 |
| 5.2.1 Généralités | 160 |
| 5.2.2 Répartition logique des fonctions et des interfaces | 160 |
| 5.2.3 Répartition physique des fonctions et des interfaces | 163 |
| 5.2.4 Rôle des interfaces | 163 |
| 5.3 Autres exemples d'application | 164 |
| 5.3.1 Poste – poste | 164 |
| 5.3.2 Poste – Conduite de réseau | 164 |
| 5.3.3 Eolienne | 164 |
| 5.3.4 Hydroélectricité | 164 |
| 5.3.5 Ressources énergétiques réparties | 164 |
| 6 Objectifs et exigences | 165 |
| 6.1 Interopérabilité | 165 |
| 6.2 Exigences statiques relatives à la conception | 165 |
| 6.3 Exigences dynamiques relatives aux interactions | 166 |
| 6.4 Exigences comportementales de réponse | 166 |
| 6.5 Approche de l'interopérabilité | 167 |
| 6.6 Exigences en matière d'essais de conformité | 167 |
| 7 Catégories de fonctions | 168 |
| 7.1 Généralités | 168 |
| 7.2 Fonctions de support système | 168 |
| 7.3 Fonctions de configuration ou de maintenance du système | 168 |
| 7.4 Fonctions d'exploitation ou de commande | 169 |
| 7.5 Fonctions de cellule locale d'automatisation de processus | 169 |
| 7.6 Fonctions réparties d'automatisation de processus | 169 |
| 8 Description et exigences relatives aux fonctions | 170 |
| 8.1 Approche | 170 |
| 8.2 Description des fonctions | 170 |
| 8.3 Description des PICOM | 171 |
| 8.3.1 Approche des PICOM | 171 |
| 8.3.2 Contenu de la description des PICOM | 171 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 8.3.3 | Attributs des PICOM | 171 |
| 8.3.4 | Attributs PICOM à couvrir par tout message | 171 |
| 8.3.5 | Attributs PICOM à couvrir lors de la configuration uniquement..... | 172 |
| 8.3.6 | Attributs PICOM à utiliser lors des calculs de flux de données uniquement..... | 172 |
| 8.4 | Description des nœuds logiques | 172 |
| 8.4.1 | Concept de nœud logique..... | 172 |
| 8.4.2 | Nœuds logiques et connexions logiques | 173 |
| 8.4.3 | Exemples de décomposition de fonctions courantes en nœuds logiques..... | 174 |
| 8.5 | Liste de nœuds logiques | 175 |
| 8.5.1 | Attribution de nœud logique et fonctions réparties | 175 |
| 8.5.2 | Explication des tableaux..... | 176 |
| 8.5.3 | Protection..... | 178 |
| 8.5.4 | Nœuds logiques pour les fonctions liées à la protection..... | 186 |
| 8.5.5 | Commande | 188 |
| 8.5.6 | Interfaces, journalisation et archivage | 189 |
| 8.5.7 | Commande automatique de processus | 190 |
| 8.5.8 | Blocs fonctionnels | 192 |
| 8.5.9 | Comptage et mesure | 193 |
| 8.5.10 | Qualité de l'alimentation | 194 |
| 8.5.11 | Appareils physiques et données communes..... | 195 |
| 8.6 | LN associés aux services système | 195 |
| 8.6.1 | Sécurité du système et des appareils | 195 |
| 8.6.2 | Appareils de commutation | 196 |
| 8.6.3 | LN pour le contrôle et la surveillance..... | 197 |
| 8.6.4 | Transformateurs de mesure..... | 198 |
| 8.6.5 | Capteurs de position..... | 198 |
| 8.6.6 | Capteurs d'état du matériel..... | 199 |
| 8.6.7 | Capteurs d'état de débit | 200 |
| 8.6.8 | Capteurs génériques | 200 |
| 8.6.9 | Transformateurs de puissance..... | 200 |
| 8.6.10 | Autres équipements du système électrique | 201 |
| 8.6.11 | E/S de processus génériques | 202 |
| 8.7 | Équipement primaire mécanique non électrique..... | 202 |
| 9 | Concept d'application des nœuds logiques | 202 |
| 9.1 | Exemples hors du domaine d'automatisation de poste..... | 202 |
| 9.2 | Attribution et utilisation typiques des nœuds logiques..... | 203 |
| 9.2.1 | Attribution libre des LN | 203 |
| 9.2.2 | Niveau poste | 203 |
| 9.2.3 | Niveau cellule..... | 203 |
| 9.2.4 | Niveau processus/Équipement de commutation | 203 |
| 9.2.5 | Utilisation de nœuds logiques génériques..... | 203 |
| 9.3 | Exemples de base..... | 203 |
| 9.4 | Exemples complémentaires | 205 |
| 9.5 | Modélisation | 209 |
| 9.5.1 | Remarques importantes..... | 209 |
| 9.5.2 | Classes d'objets et instances..... | 210 |
| 9.5.3 | Exigences et modélisation | 210 |

| | | |
|------------------------|--|-----|
| 9.5.4 | LN et modélisation..... | 210 |
| 9.5.5 | Utilisation des LN pour les applications | 210 |
| 10 | Description du système et exigences relatives au système | 210 |
| 10.1 | Nécessité d'une description formelle du système..... | 210 |
| 10.2 | Exigences pour le comportement du nœud logique dans le système..... | 210 |
| 11 | Exigences de performance | 211 |
| 11.1 | Exigences de performance des messages | 211 |
| 11.1.1 | Définitions et exigences de base | 211 |
| 11.1.2 | Types de messages et classes de performance | 218 |
| 11.1.3 | Définition des classes de temps de transfert et de synchronisation | 219 |
| 11.2 | Types de messages et classes de performance..... | 222 |
| 11.2.1 | Type 1 – Messages rapides ("Protection") | 222 |
| 11.2.2 | Type 2 – Messages à vitesse moyenne ("Automatics" (automatique)) | 223 |
| 11.2.3 | Type 3 – Messages à basse vitesse ("Operator" (opérateur)) | 223 |
| 11.2.4 | Type 4 – Messages de données brutes ("Samples" (échantillons)) | 224 |
| 11.2.5 | Type 5 – Fonctions de transferts de fichiers | 224 |
| 11.2.6 | Type 6 – Messages de commande et transfert de fichier avec contrôle d'accès | 224 |
| 11.3 | Exigences relatives à la qualité des données et de la communication..... | 225 |
| 11.3.1 | Remarques générales..... | 225 |
| 11.3.2 | Intégrité des données | 225 |
| 11.3.3 | Fiabilité | 226 |
| 11.3.4 | Disponibilité..... | 228 |
| 11.4 | Exigences relatives au système de communication..... | 229 |
| 11.4.1 | Défaillances de communication | 229 |
| 11.4.2 | Exigences relatives à la communication niveau poste et cellule | 229 |
| 11.4.3 | Exigences relatives à la communication au niveau processus..... | 230 |
| 11.4.4 | Exigences relatives au délai de récupération | 230 |
| 11.4.5 | Exigences relatives à la redondance de communication..... | 231 |
| 11.5 | Exigences de performance du système | 231 |
| 12 | Exigences complémentaires pour le modèle de données | 231 |
| 12.1 | Sémantique | 231 |
| 12.2 | Identification et adressage des nœuds logiques et physiques..... | 231 |
| 12.3 | Autodescription | 232 |
| 12.4 | Points d'ordre administratif..... | 232 |
| Annexe A (informative) | Noeuds logiques et PICOM associés | 233 |
| Annexe B (informative) | Identification des PICOM et classification des messages..... | 248 |
| Annexe C (informative) | Optimisation de la communication | 257 |
| Annexe D (informative) | Règles pour la définition de fonctions..... | 258 |
| Annexe E (informative) | Interaction des fonctions et des nœuds logiques | 260 |
| Annexe F (informative) | Fonctions..... | 261 |
| Annexe G (informative) | Résultats de la description de fonctions | 287 |
| Annexe H (informative) | Configurations de postes..... | 297 |
| Annexe I (informative) | Exemples de fonctions de protection dans des réseaux compensés | 303 |
| Bibliographie..... | | 305 |

| | |
|---|-----|
| Figure 1 – Position relative de cette partie de la norme..... | 152 |
| Figure 2 – Niveaux et interfaces logiques dans un système d'automatisation de poste..... | 162 |
| Figure 3 – Concept de nœud logique et de lien (explications dans le texte) | 174 |
| Figure 4 – Exemples d'application du concept de nœud logique (explications dans le texte) | 175 |
| Figure 5 – Fonction de protection comprenant 3 nœuds logiques..... | 176 |
| Figure 6 – Liaisons de communication de base d'un nœud logique de type protection principale..... | 185 |
| Figure 7 – Décomposition des fonctions en LN interactifs aux différents niveaux: exemples de fonction générique automatique, de fonction de commande de disjoncteur et de fonction de contrôle de tension | 204 |
| Figure 8 – Décomposition des fonctions en LN interactifs aux différents niveaux: exemples pour les fonctions génériques avec l'interface de télécommande, la fonction de protection et la fonction de mesure/comptage | 205 |
| Figure 9 – Exemple de LN de commande et de protection d'une cellule de transformateur combinés dans un même appareil physique (type de répartition maximale)..... | 206 |
| Figure 10 – Exemple d'interaction des LN pour la commande des équipements de commutation, le verrouillage, la synchrovérification, l'autoréenclenchement et la protection (Voir plus haut pour les abréviations des LN) | 207 |
| Figure 11 – Exemple d'interaction séquentielle de LN (locaux et distants) pour une fonction complexe telle que la commutation en un point de l'onde (voir plus haut pour les abréviations des LN) – Vue séquentielle..... | 208 |
| Figure 12 – Disjoncteurs commandés par phase (instances XCBR par phase) et transformateurs de mesure avec leurs unités de mesure par phase (TCTR ou TVTR par phase) | 209 |
| Figure 13 – Définition du "temps de transfert global" t et indication des temps de traitement | 214 |
| Figure 14 – Temps de transfert pour un signal binaire avec relais conventionnels d'entrée et de sortie | 215 |
| Figure 15 – Définition du temps de transfert t pour des signaux binaires en cas de protection de ligne | 216 |
| Figure 16 – Définition du temps de transfert t sur une liaison série en cas de protection de ligne | 217 |
| Figure H.1 – T1-1 Petit poste de transmission (jeu de barres simple 132 kV avec alimentation de 220 kV) | 297 |
| Figure H.2 – D2-1 Poste moyen de distribution (double jeu de barres 22 kV avec alimentation de 69 kV) | 297 |
| Figure H.3 – T1-2 Petit poste de transmission (un jeu de barres 1 ½ disjoncteur à 110 kV)..... | 297 |
| Figure H.4 – T2-2 Grand poste de transmission (bus en boucle à 526 kV, double jeu de barres à 138 kV) | 298 |
| Figure H.5 – Poste de type T1-1 avec fonctions attribuées..... | 299 |
| Figure H.6 – Poste de type D2-1 avec fonctions attribuées | 300 |
| Figure H.7 – Poste de type T1-2 (fonctions attribuées identiques à T2-2 en Figure H.8) ... | 301 |
| Figure H.8 – Poste de type T2-2 avec fonctions attribuées..... | 302 |
| Figure I.1 – Défaut de terre fugitif dans un réseau compensé | 303 |
| Figure I.2 – Court-circuit de courte durée, pour un défaut de terre unique dans des réseaux compensés | 304 |
| Figure I.3 – Double défaut de terre dans des réseaux compensés | 304 |

| | |
|---|-----|
| Tableau 1 – Classes des temps de transfert | 220 |
| Tableau 2 – Classes de synchronisation temporelle pour synchronisation d'IED | 221 |
| Tableau 3 – Application des classes de synchronisation temporelle pour horodatage ou échantillonnage..... | 222 |
| Tableau 4 – Classes d'intégrité des données | 226 |
| Tableau 5 – Classes de sécurité | 227 |
| Tableau 6 – Classes de sûreté de fonctionnement | 228 |
| Tableau 7 – Exigences relatives au délai de récupération (exemples)..... | 230 |
| Tableau A.1 – Groupes de PICOM | 233 |
| Tableau A.2 – Liste des nœuds logiques..... | 233 |
| Tableau B.1 – Identification des PICOM (Partie 1) | 249 |
| Tableau B.2 – Identification des PICOM (Partie 2) | 250 |
| Tableau B.3 – Attribution des PICOM (Partie 1) | 251 |
| Tableau B.4 – Attribution des PICOM (Partie 2) | 253 |
| Tableau B.5 – Types de PICOM..... | 255 |
| Tableau G.1 – Interaction fonction-fonction (Partie 1) | 287 |
| Tableau G.2 – Interaction fonction-fonction (Partie 2) | 289 |
| Tableau G.3 – Décomposition des fonctions en nœuds logiques (Partie 1) | 290 |
| Tableau G.4 – Décomposition des fonctions en nœuds logiques (Partie 2) | 292 |
| Tableau G.5 – Décomposition des fonctions en nœuds logiques (Partie 3) | 293 |
| Tableau G.6 – Décomposition des fonctions en nœuds logiques (Partie 4) | 295 |
| Tableau H.1 – Définition de la configuration de tous les postes évalués..... | 298 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSEAUX ET SYSTÈMES DE COMMUNICATION POUR L'AUTOMATISATION DES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES –

Partie 5: Exigences de communication pour les modèles de fonctions et d'appareils

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61850-5 a été établie par le comité d'études 57 de la CEI: Gestion des systèmes de puissance et échanges d'informations associés.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2003. Elle constitue une révision technique.

Les principales modifications techniques apportées par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- extension de l'automatisation de poste aux systèmes d'automatisation des systèmes électriques;
- inclusion des interfaces de communication entre postes (interfaces 2 et 11);

– exigences en matière de communication au-delà de la limite du poste.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 57/1286/FDIS | 57/1309/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/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série des CEI 61850, publiées sous le titre général *Réseaux et systèmes de communication pour l'automatisation des systèmes électriques*, est disponible sur le site internet de la CEI.

Les futures normes de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors de la prochaine édition.

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.

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 61850 fait partie d'un ensemble de normes, la série CEI 61850. La série CEI 61850 a pour objet d'assurer l'interopérabilité entre tous les appareils des systèmes d'automatisation de système électrique. Par conséquent, elle définit les réseaux et systèmes de communication pour système d'automatisation de système électrique, et plus particulièrement l'architecture de communication pour des sous-systèmes tels que les systèmes d'automatisation de poste. L'ensemble de tous les sous-systèmes peut également se traduire par la description de l'architecture de communication pour la gestion globale des systèmes électriques.

Les communications entre ces équipements dans les sous-systèmes et entre les sous-systèmes au sein du système d'automatisation global d'un système électrique satisfont à un grand nombre d'exigences imposées par l'ensemble des fonctions à assurer dans les postes, en commençant par les exigences de base dans les postes. Ces exigences s'appliquent aux données à organiser dans un modèle de données et à l'échange de données résultant des services. Les performances de l'échange de données n'impliquent pas uniquement les temps de transfert mais également la qualité de l'échange de données permettant d'éviter des pertes d'informations dans la communication.

En fonction de la philosophie du fournisseur et de l'utilisateur et des règles de l'art sur le plan technologique, la répartition des fonctions entre les appareils et les niveaux de commande n'est pas uniformément fixée. Par conséquent, la norme doit prendre en charge toute répartition des fonctions. Cela entraîne des exigences différentes pour les diverses interfaces de communication dans les postes ou centrales de production, à leurs limites et au-delà.

La série de normes doit répondre à un besoin de pérennité mais permet de prendre en compte les changements rapides des techniques de communication tant dans l'approche technique que dans la structure des documents. La Figure 1 montre les relations de la Partie 5 avec les autres parties de la série CEI 61850.

La série de normes CEI 61850 est organisée de manière à ce qu'un changement mineur intervenant dans une des parties n'entraîne pas de modification significative des autres parties. Par exemple, les exigences définies dans la Partie 5 ne sont pas affectées par les modèles de données déduits dans les parties ultérieures (CEI 61850-7-x) et les mises en correspondance avec les piles dédiées (CEI 61850-8-x et CEI 61850-9-x) sur la base des exigences de communication. Par ailleurs, les parties générales, la spécification des exigences et la modélisation sont indépendantes de toute mise en œuvre. Les contraintes d'application nécessaires à la mise en œuvre de la norme sont définies dans un nombre limité de parties distinctes faisant référence aux moyens principaux de communication, permettant ainsi d'assurer la pérennité de la norme et la possibilité d'apporter des modifications techniques ultérieures.

La présente Partie 5 de la CEI 61850 définit les exigences de communication pour les modèles de fonctions et les appareils d'un système d'automatisation d'un système électrique.

La modélisation des communications requiert la définition d'objets (par exemple les objets de données, les ensembles de données, le contrôle des rapports, le contrôle des productions de rapports) ainsi que la définition des services fournis par les objets (par exemple get, set, report, create, delete). Ces informations sont définies dans la Partie 7 avec une description claire des interfaces pour la mise en œuvre. Pour tirer parti des techniques de communication, la présente norme ne définit pas de nouvelles piles de protocole mais les Parties 8 et 9 fournissent une mise en correspondance normalisée sur les piles existantes. Un langage de configuration de système (SCL, Partie 6) pour une description formelle forte du système utilisable pour les outils logiciels et des essais de conformité normalisés (Partie 10) complètent la norme. La Figure 1 montre la structure générale des documents de la CEI 61850 ainsi que l'emplacement des articles définis dans le présent document.

NOTE Afin que la norme conserve une approche par couches et de ne pas mélanger les exigences des applications et de la mise en œuvre, les termes tels que client, serveur, objets de données, etc. ne sont normalement pas utilisés dans la Partie 5 (exigences). Dans les Parties 7 (modélisation), 8 et 9 (mise en correspondance des services de communication spécifique), les termes tels que PICOM relevant des exigences des applications ne sont normalement pas utilisés.

| |
|---|
| IEC 61850-10 Conformance testing |
| IEC 61850-6 Configuration description language for communication |
| IEC 61850-8-x IEC 61850-9-x Specific communication service mapping |
| IEC 61850-7-4 Compatible logical node and data object addressing |
| IEC 61850-7-3 Common data classes and attributes |
| IEC 61850-7-2 Abstract communication service interface (ACSI) |
| IEC 61850-7-1 Communication reference model |
| IEC 61850-5 Communication requirements for functions and device models |

IEC 2379/12

Légende

| Anglais | Français |
|---|--|
| IEC 61850-10 Conformance testing | CEI 61850-10 Essais de conformité |
| IEC 61850-6 Configuration description Language for communication | CEI 61850-6 Langage de description de la configuration pour les communications |
| IEC 61850-8-x IEC 61850-9-x Specific communication service mapping | CEI 61850-8-x CEI 61850-9-x Mise en correspondance des services de communication spécifiques |
| IEC 61850-7-4 Compatible logical node and data object addressing | CEI 61850-7-4 Adressage des nœuds logiques et des objets de données compatibles |
| IEC 61850-7-3 Common data classes and attributes | CEI 61850-7-3 Classes et attributs des données communes |
| IEC 61850-7-2 Abstract communication service interface (ACSI) | CEI 61850-7-2 Interface abstraite pour les services de communication (ACSI) |
| IEC 61850-7-1 Communication reference model | CEI 61850-7-1 Modèle de référence des communications |
| IEC 61850-5 Communication requirements for functions and device models | CEI 61850-5 Exigences de communication des modèles de fonctions et d'appareils |

Figure 1 – Position relative de cette partie de la norme

RÉSEAUX ET SYSTÈMES DE COMMUNICATION POUR L'AUTOMATISATION DES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES –

Partie 5: Exigences de communication pour les modèles de fonctions et d'appareils

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61850 s'applique aux systèmes d'automatisation des systèmes électriques avec la partie de base des systèmes d'automatisation de poste (SAS: substation automation systems). Elle normalise les communications entre les appareils électroniques intelligents (IED, intelligent electronic device) ainsi que les exigences concernant les systèmes associés.

Les spécifications de la présente partie font référence aux exigences de communication des fonctions devant être assurées dans les systèmes d'automatisation électriques. La plupart des exemples de fonctions et de leurs exigences de communication de la présente partie proviennent principalement du domaine d'automatisation des postes et peuvent être réutilisés ou étendus à d'autres domaines de l'automatisation des systèmes électriques, le cas échéant. À noter que parfois, le terme domaine de poste est utilisé à la place du terme domaine d'automatisation de poste, en particulier si l'on tient compte à la fois des appareils de connexion (système principal) et du système d'automatisation (système secondaire).

La description des fonctions n'est pas utilisée pour normaliser les fonctions mais pour identifier les exigences de communication entre les appareils électroniques intelligents au sein des installations et postes du système électrique, entre de tels postes (par exemple pour la protection de ligne) et entre l'installation ou le poste et des lieux de fonctionnement à distance de niveau supérieur (par exemple des centres de conduite du réseau) et des lieux de maintenance. Les interfaces aux services techniques à distance (par exemple des centres de maintenance) sont également prises en compte. Le domaine d'application général concerne les exigences de communication pour les systèmes d'automatisation des systèmes électriques. L'objectif de base est l'interopérabilité pour toutes les interactions, qui assure un système de communication uniforme pour la gestion globale des systèmes de puissance.

Les fonctions de normalisation et leur mise en œuvre sont totalement hors du domaine d'application de la présente norme. Par conséquent, une approche unique de répartition des fonctions aux équipements ne peut pas être appliquée. Afin de favoriser une libre répartition des fonctions, une décomposition appropriée des fonctions en parties liées à la communication est définie. Les données échangées et leurs contraintes de performance sont définies.

Les appareils électroniques intelligents identiques ou similaires des postes tels que les appareils de protection et de commande se rencontrent aussi dans d'autres installations comme les unités de production d'énergie. L'utilisation de la présente norme pour de tels appareils dans ces unités facilite l'intégration des systèmes, par exemple entre la commande de centrale électrique et le système d'automatisation de poste associé. Pour certains de ces domaines d'application comme les centrales éoliennes, les centrales hydroélectriques et les ressources énergétiques réparties, des parties de normes spécifiques selon la série CEI 61850 ont déjà été définies et publiées.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les

références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 61000-4-15, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-15: Techniques d'essai et de mesure – Flickermètre – Spécifications fonctionnelles et de conception*

CEI/TS 61850-2, *Communication networks and systems in substations – Part 2: Glossary* (disponible en anglais seulement)

CEI 61850-6, *Communication networks and systems for power utility automation – Part 6: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs* (disponible en anglais seulement)

CEI 81346 (toutes les parties), *Systèmes industriels, installations et appareils, et produits industriels – Principes de structuration et désignations de référence*

Cigre JWG 34./35.11 – *Protection using Telecommunication, Cigre Technical Brochure (TB) 192* (111 pages), 2007 (disponible en anglais seulement)