



IEC 61850-3

Edition 2.0 2013-12

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Communication networks and systems for power utility automation –
Part 3: General requirements**

**Réseaux et systèmes de communication pour l'automatisation
des systèmes électriques –
Partie 3: Exigences générales**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalemen appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.



IEC 61850-3

Edition 2.0 2013-12

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Communication networks and systems for power utility automation –
Part 3: General requirements**

**Réseaux et systèmes de communication pour l'automatisation
des systèmes électriques –
Partie 3: Exigences générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XB

ICS 33.200

ISBN 978-2-8322-1216-5

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

CONTENTS

FOREWORD	5
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and abbreviations	9
3.1 Terms and definitions.....	9
3.2 Abbreviations	20
4 Environmental conditions.....	20
4.1 General.....	20
4.2 Normal environmental conditions	20
4.3 Special environmental conditions	21
4.4 Storage conditions	22
5 Ratings	22
5.1 General.....	22
5.2 Rated voltage – Auxiliary energizing voltage	22
5.2.1 AC voltage.....	22
5.2.2 DC voltage.....	22
5.2.3 Operating range.....	22
5.3 Binary input and output	22
5.3.1 Binary input	22
5.3.2 Binary output	22
5.4 Rated burden	22
5.5 Rated ambient temperature.....	22
6 Design and construction	23
6.1 Marking.....	23
6.1.1 General	23
6.1.2 Identification	23
6.1.3 Auxiliary supplies, I/O	23
6.1.4 Fuses	24
6.1.5 Terminals and operating devices	25
6.1.6 Equipment protected by double or reinforced insulation	25
6.1.7 Batteries	26
6.1.8 Test voltage marking	27
6.1.9 Warning markings	28
6.1.10 Marking durability	29
6.2 Documentation.....	29
6.2.1 General	29
6.2.2 Equipment ratings.....	29
6.2.3 Equipment installation	30
6.2.4 Equipment commissioning and maintenance.....	31
6.2.5 Equipment operation.....	31
6.3 Packaging	31
6.3.1 General	31
6.3.2 Marking of packaging.....	32
6.4 Dimensions	32
6.5 Functional performance requirements	32
6.6 Product safety requirements	32

6.6.1	Clearances and creepage distances	32
6.6.2	IP rating.....	34
6.6.3	Impulse voltage	34
6.6.4	AC or d.c. dielectric voltage test	36
6.6.5	Protective bonding resistance	39
6.6.6	Flammability of insulation materials, components and fire enclosure.....	39
6.6.7	Single-fault condition	41
6.7	Electromagnetic compatibility (EMC).....	44
6.7.1	General	44
6.7.2	Electromagnetic environment.....	45
6.7.3	Immunity requirements and type tests.....	45
6.7.4	Emission requirements and type tests.....	54
6.8	Burden test	55
6.8.1	Burden for AC power supply	55
6.8.2	Burden for DC power supply	55
6.8.3	Burden for binary input	55
6.9	Climatic performance	55
6.9.1	General	55
6.9.2	Verification procedure.....	56
6.9.3	Climatic environmental tests	57
6.10	Mechanical performance	61
6.10.1	Vibration response and endurance (sinusoidal).....	61
6.10.2	Shock response, shock withstand and bump	61
6.10.3	Seismic.....	61
6.11	Enclosure protection	62
7	Tests	62
7.1	General.....	62
7.2	Test reference conditions.....	62
7.3	Device reliability classes	62
7.4	Communication conditions during tests	62
7.5	Conditions to be met (acceptance criteria)	63
7.5.1	General	63
7.5.2	Conditions to be met by class 1 and class 2 devices	63
7.5.3	Additional condition to be met by class 1 devices	63
7.5.4	Additional condition to be met by class 2 devices	63
7.5.5	Equipment functioning	64
7.5.6	Exceptions.....	64
7.6	Test overview.....	64
7.7	Test report content.....	65
8	Marking, labelling and packaging	66
9	Rules for transport, storage, installation, operation and maintenance	66
10	Product documentation	66
	Bibliography.....	67
	Figure 1 – Example of power station and substation: selection of the specifications for apparatus and related connections	47
	Figure 2 – Example air-insulated substation (AIS): selection of the specifications for apparatus and related connections	49

Table 1 – Normal environmental conditions.....	21
Table 2 – Special environmental conditions	21
Table 3 – Symbols	26
Table 4 – Symbols and marking of test voltage(s)	28
Table 5 – Current levels in normal operational condition	34
Table 6 – Charge of energy of capacitance levels	34
Table 7 – AC test voltages	38
Table 8 – Current levels in single fault condition	44
Table 9 – Immunity specification – Enclosure port.....	49
Table 10 – Immunity specifications – Signal ports	50
Table 11 – Immunity specifications – Low voltage a.c. input power ports and low voltage a.c. output power ports	51
Table 12 – Immunity specifications – Low voltage d.c. input power ports and low voltage d.c. output power ports	52
Table 13 – Immunity specifications – Functional earth port	53
Table 14 – Emission tests – Auxiliary power supply port	54
Table 15 – Emission tests – Telecommunication port.....	54
Table 16 – Emission tests below 1 GHz – Enclosure port at a measuring distance of 10 m	54
Table 17 – Emission tests above 1 GHz – Enclosure port at a measuring distance of 3 m	54
Table 18 – Dry heat test operational	57
Table 19 – Cold test operational	58
Table 20 – Dry heat test maximum storage temperature	58
Table 21 – Cold test minimum storage temperature	59
Table 22 – Change of temperature test	59
Table 23 – Damp heat steady state test	60
Table 24 – Damp heat cyclic test	61
Table 25 – Test reference conditions	62
Table 26 – Device communications profiles (conditions) during tests for Ethernet equipment with specified ranges of frame size (for example, an Ethernet switch).....	63
Table 27 – Device communications profiles (conditions) during tests for serial devices without specified ranges of frame size (for example, serial media converters).....	63
Table 28 – Test overview	64

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMUNICATION NETWORKS AND SYSTEMS FOR POWER UTILITY AUTOMATION –

Part 3: General requirements

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 61850-3 has been prepared by IEC technical committee 57: Power systems management and associated information exchange system.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2002. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) requirements are in line with those of other equipment used in the same environment (e.g. protection relays);
- b) product safety added based on IEC 60255-27;
- c) EMC requirements completed and in line with IEC 60255 series and IEC 61000-6-5.

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

FDIS	Report on voting
57/1391/FDIS	57/1416/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.

In this standard, the following print types are used:

- compliance statements: in italic type;
- markings: in bold type and caps.

A list of all 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.

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.

COMMUNICATION NETWORKS AND SYSTEMS FOR POWER UTILITY AUTOMATION –

Part 3: General requirements

1 Scope

This part of IEC 61850 defines the general requirements, mainly regarding construction, design and environmental conditions for utility communication and automation IEDs and systems in power plant and substation environments. These general requirements are in line with requirements for IEDs used in similar environments, for example measuring relays and protection equipment.

When communication or automation IEDs are an integral part of another device in the power plant or substation, then the environmental requirements for the device itself apply to the communications equipment.

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 60068-2-1:2007, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2:2007, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-14:2009, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-30:2005, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-78:2001, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60255-21-1, *Electrical relays – Part 21: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Section 1: Vibration tests (sinusoidal)*

IEC 60255-21-2, *Electrical relays – Part 21: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Section 2: Shock and bump tests*

IEC 60255-21-3, *Electrical relays – Part 21: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Section 3: Seismic tests*

IEC 60255-27:2013, *Measuring relays and protection equipment – Part 27: Product safety requirements*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*. Available from <<http://www.graphical-symbols.info/equipment>>

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60695-11-10, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 60990:1999, *Methods of measurement of touch current and protective conductor current*

IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8:2001, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-11:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-4-16:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-16: Testing and measurement techniques – Test for immunity to conducted, common mode disturbances in the frequency range 0 Hz to 150 kHz*

IEC 61000-4-17:2009, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-17: Testing and measurement techniques – Ripple on d.c. input power port immunity test*

IEC 61000-4-18:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-18: Testing and measurement techniques – Damped oscillatory wave immunity test*

IEC 61000-4-29:2000, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-29: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations on d.c. input power port immunity tests*

IEC 61010-1:2010, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 1: General requirements*

IEC 61180-1:1992, *High-voltage test techniques for low voltage equipment – Part 1: Definitions, test and procedure requirements*

IEC 61180-2, *High-voltage test techniques for low-voltage equipment – Part 2: Test equipment*

IEC 61850 (all parts), *Communication networks and systems in substations*

IEC/TS 61850-2:2003, *Communication networks and systems in substations – Part 2: Glossary*

IEC 62271-1, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications*

CISPR 22:2008, *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

CISPR 24:2010, *Information technology equipment – Immunity characteristics – Limits and methods of measurement*

ISO 780:1997, *Packaging – Pictorial marking for handling of goods*

ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment – Registered symbols*. Available from <<http://www.graphical-symbols.info/equipment>>

ISO 9772, *Cellular plastics – Determination of horizontal burning characteristics of small specimens subjected to a small flame*

IEEE 1613:2009, *IEEE standard environmental and testing requirements for communications networking devices installed in electric power substations*

3 Terms, definitions and abbreviations

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61850-2, as well as the following, apply.

3.1.1

accessible part

part which can be touched in normal operational use with a standard rigid or jointed test finger as specified in IEC 60529

Note 1 to entry: Accessible in normal operational use applies mainly to the front of the equipment only, for the purposes of this standard.

Note 2 to entry: A communication circuit/network, which may be connected and taken outside of the cubicle housing, the equipment, or on the front of the panel without the need to open a cover or flap to access it, should be considered to be accessible, i.e. should be PEB, PELV, SELV or equivalent.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-01-15, modified — Notes 1 and 2 to entry have been added.]

3.1.2

adjacent circuits

electric circuits which are separated from the considered circuit by the necessary basic or double/reinforced insulation

Note 1 to entry: Circuits which are separated by far more than double or reinforced insulation are not considered to be adjacent.

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.2]

3.1.3**ambient air temperature**

temperature, determined under prescribed conditions, of the air surrounding the complete equipment

Note 1 to entry: For equipment installed inside an enclosure, it is the temperature of the air outside the enclosure.

Note 2 to entry: The ambient temperature is measured at half the distance from any neighbouring equipment, but not more than 300 mm distance from the equipment case, at middle height of the equipment, protected from direct heat radiation from the equipment.

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.3]

3.1.4**automation****automation system**

use of control systems and information technologies to reduce the need for human work in the production, transportation and distribution of energy

3.1.5**barrier**

electrically protective barrier

part providing protection against direct contact from any usual direction of access

Note 1 to entry: Barriers may provide protection against the spread of fire (see Clause 7).

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-12-23, modified — Note 1 to entry has been added.]

3.1.6**basic insulation**

insulation of hazardous live parts which provides basic protection

Note 1 to entry: This concept does not apply to insulation used exclusively for functional purposes.

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-12-14]

3.1.7**bounding surface**

outer surface of the equipment case, considered as though metal foil were pressed into contact with accessible surfaces of insulating material

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.6]

3.1.8**class I equipment**

equipment with basic insulation as provision for basic protection against electric shock and protective bonding as provision for fault protection, such that conductive parts on the outside of the equipment case, cannot become live in the event of a failure of the basic insulation

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.7]

3.1.9**class II equipment**

equipment with

- basic insulation as provision for basic protection against electric shock, and
- supplementary insulation as provision for fault protection; or
- in which basic protection and fault protection are provided by reinforced insulation

Note 1 to entry: There should be no provision for a protective conductor or reliance upon installation conditions for safety purposes. It is, however, permissible to connect an earth/ground conductor to Class II equipment for functional (for example, EMC) purposes.

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.8]

**3.1.10
class III equipment**

equipment, or parts of an equipment, in which protection against electric shock relies upon supply from SELV or PELV circuits and in which hazardous voltages are not generated

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.9]

**3.1.11
clearance**

shortest distance, measured in air, between two conductive parts, or between a conductive part and the outer bounding surface of the equipment, whether conductive or not

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.10]

**3.1.12
comparative tracking index**

CTI

numerical value of the maximum voltage in volts which a material can withstand without tracking under specified test conditions

[SOURCE: IEC 60050-212:2010, 212-11-59]

**3.1.13
communication circuit**

communication network

circuit/network for receiving and/or transmitting, digital or analogue signals

Note 1 to entry: It may communicate with other circuits via optical, magnetic or electromagnetic radiation means, or metallic connections.

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.12]

**3.1.14
creepage distance**

shortest distance along the surface of a solid insulating material between two conductive parts, or between a conductive part and the bounding surface (accessible part) of the equipment, measured along the surface of insulation

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-15-50, modified — "or between a conductive part and the bounding surface (accessible part) of the equipment, measured along the surface of insulation" has been added.]

**3.1.15
direct contact**

electrical contact of persons with live parts

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-03-05, modified — "or animals" has been deleted.]

**3.1.16
double insulation**

insulation comprising both basic insulation and supplementary insulation

Note 1 to entry: Basic and supplementary insulation are separate, each designed for basic protection against electric shock.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-06-08, modified — Note 1 to entry has been added.]

3.1.17

ELV

extra low voltage

non-primary circuits complying with the following under normal operational conditions:

- not exceeding 33 V r.m.s. a.c. or 70 V d.c. i.e. ELV voltage limits, and
- separated from HLV by at least basic insulation

EXAMPLE 1 Non-primary circuits.

EXAMPLE 2 Analogue/digital inputs and outputs, complying with ELV voltage limits.

EXAMPLE 3 Connections to ELV terminations of other products.

Note 1 to entry: ELV circuits should not be accessible under normal operational conditions.

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, Table A.1]

3.1.18

enclosure

housing affording the type and degree of protection suitable for the intended application

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-35]

3.1.19

equipment

single apparatus or set of devices or apparatuses, or a set of main devices of an installation, or all devices necessary to perform a specific task

Note 1 to entry: Examples of equipment are a power transformer, the equipment of a substation, measuring equipment.

Note 2 to entry: For the purpose of this standard, equipment is utility communication and automation equipment.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-11-25, modified — Note 2 to entry has been added.]

3.1.20

equipment under test

EUT

equipment submitted to a test, including any accessories, unless otherwise specified

3.1.21

exposed conductive part

conductive part of electrical equipment, which is accessible and which is not normally live, but which may become live under a single-fault condition

Note 1 to entry: For equipment which is not enclosed, the frame, the fixing devices, etc., may form the exposed conductive parts.

Note 2 to entry: For equipment which is enclosed, the conductive parts which are accessible when the equipment is mounted in its normal position of use, including those of its fixing surface, form the exposed conductive parts.

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-12-10, modified — Notes 1 and 2 to entry have been added.]

3.1.22**fire enclosure**

part of the equipment intended to minimize the spread of fire or flames from within

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.19]

3.1.23**functional earthing****functional grounding, en US**

earthing a point or points in a system or in an installation or in equipment, for purposes other than electrical safety

[SOURCE: IEC 60050-195, Amendment 1:2001, 195-01-13]

3.1.24**functional insulation**

insulation between conductive parts, necessary for the proper functioning of the equipment

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-41]

3.1.25**hazardous energy level**

available power level of 240 VA or more, having a duration of 60 s or more, or a stored energy level of 20 J or more (for example, from one or more capacitors), at a potential of 2 V or more

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.22]

3.1.26**hazardous live part**

live part at a voltage exceeding 33 V a.c. or 70 V d.c.

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-12-13, modified — The voltage values have been provided.]

3.1.27**HLV****hazardous live voltage**

normal operational condition voltage which exceeds 33 V a.c. or 70 V d.c.

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.23]

3.1.28**HBF class foamed material**

foamed material tested in the thinnest significant thickness used and classified HBF according to ISO 9772

[SOURCE: IEC 60255-27:2005, 3.27]

3.1.29**HB40 class material**

material tested in the thinnest significant thickness used and classified HB40 according to IEC 60695-11-10

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.25]

3.1.30**HB75 class material**

material tested in the thinnest significant thickness used and classified HB75 according to IEC 60695-11-10

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.26]

3.1.31**high-integrity**

high-integrity part or component is considered not to become defective in such a manner as to cause a risk of hazard within the sense of this standard

Note 1 to entry: A high-integrity part or component is considered as not subject to failure when a single-fault condition is applied.

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.27]

3.1.32**limited-energy circuit**

circuit that meets all the criteria given in 7.12 of IEC 60255-27:2013

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.28]

3.1.33**live part**

conductor or conductive part intended to be energized in normal operational use, including a neutral conductor

Note 1 to entry: This concept does not necessarily imply a risk of electric shock.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-19, modified — "but by convention not a PEN conductor or PEM conductor or PEL conductor" has been deleted.]

3.1.34**micro-environment**

ambient conditions which immediately surround the clearance and creepage distance under consideration excluding self-produced pollution resulting from normal operation of the accessory

Note 1 to entry: The micro-environment of the creepage distance or clearance and not the environment of the equipment determines the effect on the insulation.

[IEC 60050-442:1998, 442-01-29, modified — Note 1 to entry has been modified.]

3.1.35**non-primary circuit**

circuit electrically isolated from the a.c. or d.c. supply and from external VTs and CTs

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.32]

3.1.36**normal operational use**

equipment installed and operated under normal operational conditions, with all covers and protective measures in place

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.33]

3.1.37**overvoltage category**

number defining a transient overvoltage condition

Note 1 to entry: Overvoltage categories I, II, III are used.

Note 2 to entry: See Clause A.1 of IEC 60255-27:2013 for overvoltage category details.

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.35]

3.1.38**PEB circuit****protective equipotential bonding circuit**

non-primary circuits complying with ELV voltage limits and the following conditions:

- basic protection against electric shock is provided by basic insulation separating HLV from PEB circuits; and
- for fault protection, PEB circuits and accessible conductive parts, shall be bonded to the protective conductor terminal and shall comply with clause 6.6.5, which will prevent hazardous live voltages in PEB circuits

EXAMPLE 1 Analogue/digital inputs and outputs which may be connected direct to communication networks or circuits.

EXAMPLE 2 PEB ports which are suitable for connection to PEB ports of other products.

Note 1 to entry: See IEC 60255-27:2013, Figure A.3.

Note 2 to entry: PEB circuits may be accessible and are safe to touch under both normal operational and single-fault conditions.

Note 3 to entry: PEB circuits may be considered as protective earthed circuits or earthed accessible parts for the purposes of IEC 60255-27:2013, Table A.2.

3.1.39**PELV circuit****protective extra low voltage circuit**

non-primary circuits complying with ELV voltage limits and the following conditions:

- PELV circuits shall be separated from HLV by reinforced/double insulation; and
- PELV circuits may be connected to functional earth, the protective (earth) conductor, or have provision for an earth connection

EXAMPLE 1 Analogue/digital inputs and outputs which may be connected directly to communication networks or circuits.

EXAMPLE 2 PELV ports which are suitable for connection to PELV ports of other products.

Note 1 to entry: See IEC 60255-27:2013, Figure A.2.

Note 2 to entry: PELV circuits may be accessible and are safe to touch under both normal operational and single-fault conditions.

3.1.40**pollution**

any addition of foreign matter, solid, liquid or gaseous that can produce a permanent reduction of dielectric strength or surface resistivity of the insulation

Note 1 to entry: Ionized gases of a temporary nature are not considered to be a pollution.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-01-28]

3.1.41**pollution degree**

number characterizing the expected pollution of the micro-environment

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.39]

**3.1.42
pollution degree 1**

normally no pollution or only dry, non-conductive pollution occurs. The pollution has no influence

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.40]

**3.1.43
pollution degree 2**

normally only non-conductive pollution occurs except that occasionally a temporary conductivity caused by condensation is to be expected

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.41]

**3.1.44
pollution degree 3**

normally conductive pollution, or dry non-conductive pollution occurs, which becomes conductive, due to condensation which is to be expected

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.42]

**3.1.45
pollution degree 4**

normally the pollution generates persistent conductivity caused by conductive dust or by rain or snow

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.43]

**3.1.46
primary circuit**

circuit connected direct to the a.c. or d.c. supply input. Equipment circuits connected to VTs or CTs are also classed as primary circuits

Note 1 to entry: See IEC 60255-27:2013, Annex B.

Note 2 to entry: Measuring relay circuits supplied from an external a.c. or d.c. power supply, complying with ELV circuit requirements, as in IEC 60255-27:2013, Table A.1, may be treated as non-primary circuits, providing that any transients or impulse voltages on the supply output do not exceed the requirements of Figure 2 of IEC 61010-1:2010.

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.44]

**3.1.47
product family**

range of products based on a common hardware and/or software platform

[SOURCE: IEC 60255-1:2009, 3.17]

**3.1.48
protective bonding**

electrical connection of exposed conductive parts or of protective screening to provide electrical continuity by means of connection to an external protective conductor which is securely returned to earth/ground

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.45]

3.1.49**protective bonding resistance**

impedance between the protective conductor terminal and a conductive part required to be connected to the protective conductor

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.46]

3.1.50**protective conductor**

conductor provided for purposes of safety, for example, protection against electric shock, by electrically connecting any of the following parts:

- main earthing terminal;
- exposed conductive parts;
- earth electrode;
- earthed point of the source or artificial neutral

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-09, modified — "by electrically connecting any of the following parts: main earthing terminal, accessible conductive parts, earth electrode, earthed point of the source or artificial neutral" has been added.]

3.1.51**protective earthing****protective grounding, en US**

earthing of a point in equipment for protection against electric shock in case of a fault

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.48]

3.1.52**protective impedance**

impedance connected between live parts and exposed conductive parts, of such value that the current, in normal use and under likely fault conditions in the equipment, is limited to a safe value, and which is so constructed that the reliability is maintained throughout the life of the equipment

Note 1 to entry: A protective impedance should withstand the dielectric voltage withstand test for double insulation, and its choice should take account of its predominated failure mode.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-04-24, modified — the term "electronic switch" has been replaced by "equipment" and Note 1 to entry has been added.]

3.1.53**protective screening****protective shielding, en US**

separation of electric circuits and/or conductors from hazardous live parts by an electrically protective screen connected to the protective equipotential bonding system and intended to provide protection against electric shock

[SOURCE: IEC 60050-195, Amendment 1:2001, 195-06-18]

3.1.54**protective separation**

separation of one electric circuit from another by means of

- double insulation, or
- basic insulation and electrically protective screening, or
- reinforced insulation

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.51]

3.1.55

rated impulse voltage

impulse voltage value assigned by the manufacturer to the equipment or to a part of it, characterizing the specified withstand capability of its insulation against transient overvoltages and to which clearances are referred

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.52]

3.1.56

rated insulation voltage

RIV

voltage value assigned by the manufacturer to the equipment, or to a part of it, characterizing the specified (long-term) withstand capability of its insulation and to which dielectric voltage tests and creepage distances are referred

Note 1 to entry: The rated insulation voltage is not necessarily equal to the rated voltage of equipment which is primarily related to functional performance.

Note 2 to entry: The rated insulation voltage refers to the insulation between electric circuits.

Note 3 to entry: For clearances and solid insulation the peak value of the voltage occurring across the insulation or clearance is the determining value for the rated insulation voltage. For creepage distances, the r.m.s. or d.c. value is the determining value.

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.53]

3.1.57

rated voltage

value of voltage assigned by the manufacturer, for a specified operating condition of a component, device or equipment

Note 1 to entry: Equipment may have more than one rated voltage value or may have a rated voltage range.

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.54]

3.1.58

reinforced insulation

insulation of hazardous live parts which provides a degree of protection against electric shock equivalent to double insulation

Note 1 to entry: Reinforced insulation may comprise several layers which cannot be tested singly as basic insulation or supplementary insulation.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-06-09]

3.1.59

restricted access area

area accessible only to electrically skilled persons and electrically instructed persons with the proper authorization and knowledge of any safety hazards

Note 1 to entry: These areas include closed switch plants, distribution plants, switchgear cells, transformer cells, distribution systems in metal-sheet enclosures or in other closed installations.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-04-04, modified — "and knowledge of any safety hazards" and Note 1 to entry have been added.]

3.1.60

routine test

conformity test made on each individual item during or after manufacture

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-17]

3.1.61

screen

shield, en US

conductive part that encloses or separates electric circuits and/or conductors

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.59]

3.1.62

SELV circuit

separated/safety extra low voltage circuit

non-primary circuits complying with ELV voltage limits and the following conditions:

- separated from HLV by reinforced/double insulation, and
- there shall be no provision for an earth connection

EXAMPLE 1 Analogue/digital inputs and outputs which may be connected direct to unearthing communication networks or circuits.

EXAMPLE 2 SELV ports which are suitable for connection to SELV ports of other products.

Note 1 to entry: See IEC 60255-27:2013, Figure A.1.

Note 2 to entry: SELV circuits may be accessible and are safe to touch under both normal operational and single-fault conditions.

Note 3 to entry: Connection of an earth to a SELV circuit is not permitted; for example, connection to an earthed cable screen or earthed communication circuit is not permitted. Where this is required, the circuit definition should change in accordance with IEC 60255-27:2013, Figure A.2 (PELV).

3.1.63

supplementary insulation

independent insulation applied in addition to basic insulation in order to provide protection against electric shock in the event of a failure of basic insulation

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-06-07, modified — "for fault protection" has been replaced by "in order to provide protection against electric shock in the event of a failure of basic insulation".]

3.1.64

tracking

progressive degradation of the surface of a solid insulating material by local discharges to form conducting or partially conducting paths

Note 1 to entry: Tracking usually occurs due to surface contamination.

[SOURCE: IEC 60050-212:2010, 212-11-56]

3.1.65

type test

test of one or more devices made to a given design, to check if these devices comply with the requirements of the standard concerned

[SOURCE: IEC 60050-851:2008, 851-12-05]

3.1.66

user

personnel with the appropriate training and experience necessary to be aware of hazards to which they are exposed when operating the equipment in a restricted access area and of measures to minimize the danger to themselves and other persons

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.65]

**3.1.67
withstand**

state of survival of the equipment to the related imposed environmental or test condition (for example, impulse voltage)

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.66]

**3.1.68
working voltage**

highest r.m.s. value of the a.c. or d.c. voltage across any particular insulation which can occur when the equipment is supplied at rated voltage

Note 1 to entry: Transients are disregarded.

Note 2 to entry: Both open-circuit conditions and normal operating conditions are taken into account.

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.67]

3.2 Abbreviations

For the purposes of this document, the following abbreviations apply.

a.c.	alternating current
AIS	air insulated switchgear
d.c.	direct current
GIS	gas insulated switchgear
HMI	human – machine interface
IED	intelligent electronic device
IP	inter-networking protocol
MTTF	mean time to failure
SCADA	supervisory control and data acquisition
SF6	sulphur hexafluoride
TCP	transport control protocol

4 Environmental conditions

4.1 General

Clause 4 specifies environmental conditions for weather-protected equipment during stationary use, maintenance and repair.

Where equipment forms an integral part with high voltage switchgear and controlgear (for example components of the process bus), IEC 62271-1 shall apply.

4.2 Normal environmental conditions

Utility communication and automation IEDs and systems in power plant and substation environments are intended to be used in the normal service conditions listed in Table 1.

Table 1 – Normal environmental conditions

Environmental parameters		Conditions
Ambient temperature ^a	Upper limit	≤ +55 °C
	Lower limit	≥ -10 °C ^d
Solar radiation		Negligible
Altitude		≤ 2 000 m
Air pollution by dust, salt, smoke, corrosive/flammable gas, vapours		No significant air pollution ^c
Relative humidity: 24 h average		From 5 % to 95 % ^b
Vibration, earth tremors		According to IEC 60255-21 series class environment class 0 or class 1
Electromagnetic disturbances		Electromagnetic environment defined by usage location

^a The ambient air temperature is the maximum or minimum temperature around the enclosure of the IED. Depending on the type of climate and the type of weather-protected location where an IED mounted, temperature limits may be more or less severe. Consequently, the equipment should be capable of operating under one of the preferred standard temperature ranges listed in 5.5.
^b These conditions correspond to maximum values given for classes 3C1 and 3S1 in IEC 60721-3-3.
^c No condensation or ice is considered.
^d Display may become dark or un-readable at low temperature; however, this condition does not affect the proper operation of the protection or other functions.

4.3 Special environmental conditions

When equipment is used under conditions different from the normal environmental conditions given in Table 1, the user shall refer to Table 2. In this case, there shall be an agreement between the manufacturer and the user.

Table 2 – Special environmental conditions

Environmental parameters		Conditions
Ambient temperature ^a	Upper limit	> +55 °C
	Lower limit	< -10 °C ^f
Altitude		> 2 000 m ^b
Air pollution by dust, salt, smoke, corrosive/flammable gas, vapours		No significant air pollution ^c
Relative humidity: 24 h average		> 95 % ^d
Vibration, earth tremors		According IEC 60255-21 series class environment class 2 ^e
Electromagnetic disturbances		Electromagnetic environment defined by usage location

^a The ambient air temperature is the maximum or minimum temperature around the enclosure of the IED.
^b For altitudes higher than 2 000 m users shall refer to IEC 60664-1.
^c These conditions correspond to maximum values given for classes 3C2 and 3S2 in IEC 60721-3-3.
^d In Tropical indoor conditions, the average value of relative humidity measured during a period of 24 h can be 98 %.
^e This severity class concerns measuring relays and protection equipment for which a very high margin of security in service is required, or where the seismic shock level is very high.
^f Display may become dark or un-readable at low temperature; however, this condition does not affect the proper operation of the protection or other functions.

4.4 Storage conditions

Utility communication and automation IEDs are intended to be stored in their supplied packaging. The temperature range of storage shall be chosen from the ranges given in 5.5 and stated by the manufacturer.

5 Ratings

5.1 General

The rated values listed below are preferred values for specification purposes. Other values may be adopted according to conditions of operation and use.

5.2 Rated voltage – Auxiliary energizing voltage

5.2.1 AC voltage

The preferred rated values of a.c. voltages, in r.m.s value, are given below, together with those values multiplied by 3 or 1/3:

100 V; 110 V; 115 V; 120 V; 200 V; 230 V.

5.2.2 DC voltage

The preferred rated values of d.c. voltages are given below:

12 V; 24 V; 48 V; 60 V; 110 V; 125 V; 220 V; 250 V.

5.2.3 Operating range

The preferred operating range is 80 % to 110 % of the rated voltage.

5.3 Binary input and output

5.3.1 Binary input

The manufacturer shall declare the ratings.

5.3.2 Binary output

The manufacturer shall declare the ratings.

5.4 Rated burden

The burden for the power supply (a.c. including power factor/d.c.) at quiescent state and maximum load.

The maximum start-up inrush current of the power supply circuits shall also be stated.

5.5 Rated ambient temperature

Unless otherwise stated, the preferred rated ambient temperature is –10 °C to +55 °C for the operation of the equipment. Other recommended values are:

–5 °C to +40 °C	0 °C to +40 °C	0 °C to +45 °C	–10 °C to +50 °C
–25 °C to +40 °C	–20 °C to +55 °C	25 °C to +55 °C	–20 °C to +60 °C
–20 °C to +70 °C	–25 °C to +70 °C	–30 °C to +65 °C	–40 °C to +70 °C

6 Design and construction

6.1 Marking

6.1.1 General

When mounted in its normal operating position, the equipment should carry, where possible, markings in accordance with 6.1.2 to 6.2 inclusive. These markings shall, where possible, be visible from the exterior of the equipment or be visible by removing a cover or the opening of an aperture without the aid of a tool, if the cover or aperture is intended to be removed by the user.

Where, because of space limitations, it is not possible for these markings to be visible in the normal operating position or be elsewhere on the equipment, an explanation of these symbols shall be included in the equipment documentation (see Table 3 for the description of the symbols).

For rack or panel equipment, markings are permitted to be on any surface that becomes visible after removal of the equipment from the rack or panel.

Markings that apply to the whole equipment shall not be placed on parts that can be removed by the user without the use of a tool.

The markings listed in Clause 6 shall be considered to be safety-related.

SAFETY MARKING SHALL WHEREVER POSSIBLE TAKE PRECEDENCE OVER ANY FUNCTIONAL MARKINGS.

6.1.2 Identification

The equipment shall, as a minimum, be marked with

- the name or trade mark of the manufacturer or supplier;
- the model or type reference;
- If, equipment bearing the same distinctive designation (model number) is manufactured at more than one location, the manufacturing location.

The marking of factory location can be in code.

The above are the minimum mandatory requirements that shall be marked on the equipment.

Compliance with 6.1.1 and 6.1.2 shall be checked by inspection.

6.1.3 Auxiliary supplies, I/O

6.1.3.1 General requirements for marking

For marking the following should be taken into account:

- a.c. – with symbol 2 of Table 3 and rated frequency or frequency range;
- d.c. – with symbol 1 of Table 3;
- symbol 3 of Table 3 on equipment for a.c. and d.c. supply;
- a hyphen (-) shall be used to separate the lower and upper nominal voltages, for example, 125 V-230 V;
- the burden in watts (active power) or volt-amperes (apparent power) or the rated input current, with all accessories or plug-in modules connected.

The documentation shall specify the burden of individual digital inputs, output relays and other I/O ports of significant burden in order for the user to calculate the worst-case burden for the equipment application.

The values shall be measured with the equipment powered at nominal voltage, but not be operational.

The measured value shall not exceed the marked value by more than 10 %;

- the rated supply voltage(s) or the rated supply voltage range.
- if the equipment can be used on more than one voltage range then the separate voltage ranges shall be marked unless their maximum and minimum values do not differ by more than 20 % of the mean value.

If a user can set different rated supply voltages on the equipment then a means of indication for the set voltage shall be provided on the equipment. If a.c. or d.c. supply setting alteration can be achieved without the use of a tool then the action of changing the setting shall also change the indication.

6.1.3.2 Auxiliary supply

The following information shall be provided on the equipment and in the documentation:

- a.c. and/or d.c. supply;
- the rated values.
- in the documentation:
- the burden.

6.1.3.3 Inputs

The following information shall be provided in the documentation:

- a.c. and/or d.c. supply;
- the rated values;
- burden on the supply input.

6.1.3.4 Outputs

The following information shall be provided in the documentation:

- the kind of output, for example, relay, optocoupler etc;
- burden on the supply input;
- the switching capability on/off;
- the switching voltage;
- the permissible current, continuous value and short time value for 1 s;
- withstand voltage across open contacts.

Compliance with 6.1.3.1 to 6.1.3.4 is checked by inspection or by measurement.

6.1.4 Fuses

Where a replaceable equipment fuse is used, the fuse rating and type (for example, the indication of rupturing speed) shall be marked adjacent to the fuse and details provided in the user manual. If the fuse is soldered into the printed circuit board, or there is not sufficient space on the board, then fusing details may be provided in the user manual only.

Rupturing speed codes of IEC 60127-1 should be used, as follows:

- very quick-acting: FF or black;

- quick-acting: F or red;
- medium time lag: M or yellow;
- time lag: T or blue;
- long time lag: TT or grey.

Equipment fuses which are not replaceable by the user shall have the same information as above, which shall be provided in the equipment documentation.

The recommended ratings of protective fuses or other external protective devices necessary to ensure that the equipment is safe under single-fault conditions shall be detailed in the equipment installation and technical documentation.

Compliance with 6.1.4 shall be checked by inspection.

6.1.5 Terminals and operating devices

Where necessary for safety, an indication using words, numbers or symbols shall be given of the purpose of all terminals, connectors, controls and indicators, including any operating sequences. Where there is insufficient space, it is permissible to use symbol 14 of Table 3. In such cases, the relevant information shall be provided in the equipment documentation.

AC or d.c. supply input connection terminals shall be identifiable.

Other terminals and operating devices shall be marked as follows: markings should be adjacent to or on the terminal but preferably should not be on a part, which can be removed without the aid of a tool.

- Functional earth terminals with symbol 5 of Table 3.
- Protective conductor terminals with symbol 6 of Table 3.

If the protective conductor terminal is part of a component (for example, terminal block) or subassembly and there is insufficient space, then it may be marked with symbol 5 of Table 3.

Marking should not be indicated on easily changeable fixtures such as screws. Where the power and earth connections are provided by a plug/socket device, there is no requirement to mark the earth connection adjacent to such a device.

Circuit terminals designed to be accessible, floating at a voltage which is not hazardous live, are permitted to be connected to a common functional earth terminal or system (for example, a co-axial screening system). This terminal shall be marked with symbol 7 of Table 3, if this connection is not self-evident.

If the equipment contains lasers or high-intensity infra-red diodes of Class 2 rating or higher, and the output of these can be viewed under normal operational use or maintenance conditions, then the equipment shall be marked in accordance with IEC 60825-1.

Compliance with 6.1.5 shall be checked by inspection.

6.1.6 Equipment protected by double or reinforced insulation

Equipment protected throughout by double or reinforced insulation shall be marked with symbol 11 of Table 3, unless this equipment is provided with a protective conductor terminal or if a functional earth/ground connection (for example, via cable screen) can be made to the equipment, in normal operational use.

Equipment which is only partially protected by double or reinforced insulation shall not bear symbol 11 of Table 3.

NOTE Basic insulation is acceptable in the terminal area of insulation Class II equipment if it is accessed only under maintenance conditions.

Compliance with 6.1.6 shall be checked by inspection.

6.1.7 Batteries

6.1.7.1 Replaceable batteries

If the equipment has replaceable batteries and the replacement of these by an incorrect type of battery could result in an explosion (for example, in the case of certain types of Lithium batteries) then,

- if a user can access the battery, there shall be a marking close to the battery or a statement in both the operating instructions and servicing instructions;
- if the battery is elsewhere in the equipment, marking is required; this shall be close to the battery or in a statement included in the servicing instructions.

The marking or statement shall be similar to the following:

CAUTION – Risk of fire if battery is replaced with incorrect type or polarity. Dispose of used batteries according to instructions.

It is permissible, where space is limited on the equipment, to use symbol 14 of Table 3.

The polarity of the battery shall be marked on the equipment unless it is not possible to insert the battery with incorrect polarity.

6.1.7.2 Charging

Equipment which has facilities for the re-charging of internal batteries where non-rechargeable cells could be fitted and connected in the battery compartment shall be marked in or near to this compartment, warning against the charging of non-rechargeable batteries. This warning shall also indicate the type of rechargeable battery that shall be used within the recharging circuit.

Where space does not permit, this information shall be provided in the equipment documentation. In such cases, it is preferred that symbol 14 of Table 3 be adjacent to the battery.

Compliance with 6.1.7.1 and 6.1.7.2 is checked by inspection.

Table 3 – Symbols

Number	Symbol	Publication	Description
1		IEC 60417- 5031 (2002-10)	Direct current
2		IEC 60417- 5032 (2002-10)	Alternating current
3		IEC 60417-5033 (2002-10)	Both direct and alternating current
4		IEC 60417-5032-1 (2002-10)	Three-phase alternating current
5		IEC 60417- 5017 (2006-08)	Earth (ground) terminal

Number	Symbol	Publication	Description
6		IEC 60417- 5019 (2006-08)	Protective conductor terminal
7		IEC 60417-5020 (2002-10)	Frame or chassis terminal
8		IEC 60417- 5021 (2002-10)	Equipotentiality
9A		IEC 60417- 5007 (2002-10)	On (Supply)
9B		IEC 60417- 5008 (2002-10)	Off (Supply)
10		IEC 60417- 5010 (2002-10)	On/Off (Supply)
11		IEC 60417- 5172 (2003-02)	Equipment protected throughout by double insulation or reinforced insulation (equivalent to Class II of IEC 61140)
12		IEC 60417- 5036 (2002-10)	Caution, risk of electric shock
13		IEC 60417- 5041 (2002-10)	Caution, hot surface
14		ISO 7000-0434 (2004-01)	Caution, refer to documentation
15		ISO 7000-017(2004-01)	230/110 V AUTO or 230/110 V

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, Table 10]

NOTE 1 IEC 60417-1 should be referred to for warning symbol dimensions.

NOTE 2 Colour requirements for symbols 12, 13 and 14 do not apply to markings on equipment provided that the symbol is moulded or engraved to a depth or raised height of 0,5 mm or that the symbol and outline are contrasting in colour with the background.

6.1.8 Test voltage marking

The symbols indicated in Table 4 shall be used for marking of the test voltage(s) if the manufacturer chooses to mark the equipment.

Table 4 – Symbols and marking of test voltage(s)

Dielectric test voltage	Symbol
Test voltage 500 V	
Test voltage above 500 V (for example, 2 kV)	
Impulse test voltage	Symbol
Test voltage 1 kV	
Test voltage 5 kV	
[SOURCE: IEC 60255-27:2013, Table 11]	

6.1.9 Warning markings

In general, for rack- or panel-mounted equipment, markings are permitted on any surface that becomes visible after removal of the equipment from the rack or panel.

This is also applicable to the rear plate of rack- or panel-mounted equipment where there is insufficient space for warning markings. Symbols 14 and/or 12 of Table 3 shall be used in this case, as close as possible to the rear plate.

Where access in normal operational use presents a risk of electric shock, symbol 12 of Table 3 warning marking shall be used; this shall be visible either from the front panel or be visible after removing a cover or opening a door or flap without the aid of a tool.

If the user needs to refer to equipment documentation or instruction literature then the equipment shall be marked with symbol 14 of Table 3.

If the equipment documentation states that the user is permitted access, using a tool, to any part which in normal operational use may be hazardous live, the equipment shall carry a warning stating that the equipment shall be isolated or disconnected from hazardous live voltage before access is affected.

The size of warning markings shall be as follows:

- symbols shall be at least 2,75 mm high. Text shall be at least 1,5 mm high and contrast in colour with the background;
- symbols or text moulded, stamped or engraved in a material shall be at least 2,0 mm high. If not contrasting in colour, they shall have a depth or raised height of at least 0,5 mm.

For battery requirements, see 6.1.8.

Markings should not be on the bottom of the equipment, except on hand-held equipment or where space is limited.

Compliance with 6.1.8 and 6.1.9 shall be checked by inspection.

6.1.10 Marking durability

All markings shall remain clear and legible under conditions of normal operational use and shall resist the effects of cleaning agents as specified by the manufacturer. This shall also include the effect of natural or artificial light.

An adhesive that is permanent shall be used to secure adhesive labels.

After compliance testing these labels shall not have become loose nor shall the edges and corners curl.

Compliance shall be checked by inspection and by rubbing, by hand, without undue pressure:

- for 15 s with a cloth soaked with a cleaning agent(s) as specified by the manufacturer;
- if no agent is specified then with water.

6.2 Documentation

6.2.1 General

The equipment documentation shall clearly identify the equipment and include the name and address of the manufacturer or its agent. Information for safety shall be delivered with the equipment.

The manufacturer shall provide, on request, documentation that includes the technical specification, instructions for commissioning and for the use of the equipment. Where relevant, the documentation shall cover any calibration, maintenance and subsequent safe disposal and decommissioning of the equipment and any of its replaceable parts.

Manufacturers shall supply, on request, documentation relating to equipment type tests and routine testing.

Where applicable, warning statements and a clear explanation of warning symbols marked on the equipment shall be included in the documentation. In particular, wherever Symbol 14 of Table 3 is used, there shall be a statement to the effect that the documentation shall be consulted to establish the nature of any potential hazard and any actions which need to be taken to eliminate or minimize this hazard.

The documentation shall include the following:

- a statement that the user shall be responsible for ensuring the integrity of any protective conductor connections before carrying out any other actions;
- a statement that the user shall also be responsible for checking equipment ratings, operating instructions and installation instructions before commissioning or maintenance;
- the information specified in 6.2.2 to 6.2.5;
- the intended use of the equipment.

6.2.2 Equipment ratings

6.2.2.1 General

The equipment documentation shall include the following:

- the installation category (overvoltage category) for which the equipment is intended (this is related to the ability of the equipment to withstand transient overvoltages);
- the supply voltage or voltage range, frequency or frequency range and power or current rating of the equipment;
- the permitted fluctuation from the nominal functional value should also be stated, for example, the lower and upper functional voltages;
- a description of all input and output connections.

6.2.2.2 Fuses and external protective devices

The type, current rating and voltage rating of any internal fuse shall be stated according to 6.1.4. This shall include fuses that may or may not be accessed by a user for replacement.

The recommended fuse type or other protective means shall take into account the switching capacity and interrupting speed.

The type, current rating and voltage rating of any external fuse or protective device required for safe operation of the equipment shall be given in the product documentation.

Where it is recommended that an external switch, circuit breaker or other protective device be connected near to the equipment, this shall be stated.

6.2.2.3 Environmental requirement

The equipment documentation shall state the following:

- the IP rating at the front of the equipment when it is mounted in its normal position of use;
- the pollution degree for the equipment for example, pollution degree 2 when mounted in its normal position of use.

The insulation class of the equipment for example, Class I equipment when mounted in its normal position of use.

Compliance with 6.2.1 to 6.2.2.2 is checked by inspection.

6.2.3 Equipment installation

For installation purposes the equipment documentation shall include, as appropriate:

- instructions relating to the safe mounting of the equipment including any specific location and assembly requirements;
- instructions relating to the protective earthing of the equipment. This shall include a recommendation of the size of wire to be used and a statement indicating that protective earth connections should not be removed when the equipment is energized;
- any special ventilation requirements shall be stated. This is related to the heat dissipated by the equipment;
- the manufacturer shall also indicate the maximum number or percentage of digital input circuits and output relays, which may be energized simultaneously at the maximum ambient temperature;
- wire type, size and rating necessary for correct installation of the equipment;
- information regarding the requirement for and the specification of any external devices required for the safe operation of the equipment, as in 6.2.2.1.

Compliance with 6.2.3 is checked by inspection.

6.2.4 Equipment commissioning and maintenance

Equipment instructions given to the user concerning preventative maintenance and inspection shall be given in sufficient detail to ensure the safety of these procedures. Instructions shall include recommendations relating to safety earthing and de-energization of the equipment, where applicable.

The following shall also be included, where applicable.

- Instructions for fault-finding and repair, where applicable to a user, shall be given to the extent that is relevant for operation and maintenance.
- The manufacturer shall specify any parts, which shall only be examined or supplied by the manufacturer or his agent.
- The manufacturer shall specify the safe methods for changing and disposal of
 - any fuses accessible to the user, including type and ratings as per 6.1.4;
 - any replaceable batteries, for example, Lithium, and/or suitable replacements where applicable;
 - the method of safe re-charging and/or replacement for re-chargeable batteries with recommendation of suitable replacements where applicable;
 - the user shall be warned that where fibre-optic communication output devices are fitted, these should not be viewed directly.

Compliance with 6.2.4 is checked by inspection.

6.2.5 Equipment operation

Operating instructions for the equipment shall include the following:

- A statement indicating that it is the responsibility of the user to ensure that the equipment is installed, operated and used for its intended function in the manner specified by the manufacturer. Also that, if this is not the case, then any safety protection provided by the equipment may be impaired.
- An explanation of, and where possible pictures of, symbols used on the equipment according to 6.1.

6.3 Packaging

6.3.1 General

The scope of this standard does not cover the transportation of equipment between the manufacturer and the user. However, it shall be the manufacturer's responsibility to ensure that this transportation shall be carried out in a manner that ensures safe handling with respect to the equipment, transporter and user.

It is not possible to fully quantify any shocks and impacts likely to be experienced by equipment during its transportation to a user's site.

The manufacturer shall, therefore, ensure that the equipment is suitably packaged to withstand, without damage, reasonable handling and environmental conditions appropriate to the method(s) of transportation to the user's delivery address.

A visual inspection should be made by the user to check that the equipment has not been damaged during transportation.

6.3.2 Marking of packaging

6.3.2.1 General

Where appropriate the packaging of equipment shall be marked with the following:

FRAGILE HANDLE WITH CARE, ELECTRICAL EQUIPMENT.

- The manufacturer's name and/or logo.
- Equipment type reference.
- Where appropriate, to aid transportation, packages containing more than one piece of equipment, should be marked with the total 'multi-package' weight (in metric measures).

6.3.2.2 Additional warning labels, fitted as appropriate

The following are typical examples of the range shown in ISO 780:1997, Table 1.

Other symbols shown in this table may be used on packaging as deemed appropriate to the safe handling and delivery of equipment and the transport conditions to be used.

- '**FRAGILE**' warning. This may be written, in an approved language, pictorial according to symbol 1 of Table 1 of ISO 780:1997 or both.
- '**THIS WAY UP**' orientation indication according to symbol 2 of Table 1 of ISO 780:1997.
- '**KEEP DRY**' according to symbol 6 of Table 1 of ISO 780:1997.
- '**SLING HERE**' according to symbol 16 of Table 1 of ISO 780:1997.
- '**CENTRE OF GRAVITY**' according to symbol 7 of Table 1 of ISO 780:1997.

6.4 Dimensions

The manufacturer shall declare the dimensions of the equipment. However, where the equipment is rack mounted then the dimensions should be in accordance with IEC 60297-3-101.

Compliance with 6.4 is checked by measurement and inspection.

6.5 Functional performance requirements

The equipment shall meet the applicable requirements of the relevant IEC 61850 standards, for example IEC 61850-90-4 for Ethernet Switches/Routers.

6.6 Product safety requirements

6.6.1 Clearances and creepage distances

6.6.1.1 General

Where there is any doubt that the required clearance and creepage distances are compliant with the values in the appropriate table from Annex C of IEC 60255-27:2013, measurements shall be made. Where the minimum clearance value is not met, then the clearance may be proven by testing.

Testing to prove the clearance in air cannot be used to demonstrate compliance of the associated creepage distance.

Where a transient suppressor is used to reduce the overvoltage, the circuit shall be tested to show that it withstands the application of 10 positive and 10 negative impulses from a source impedance of 2Ω . Surge test generator characteristics and impulse voltage amplitude for a differential and/or common mode supply input according to IEC 60255-26 shall be used.

6.6.1.2 Clearances for primary circuits

The clearances in air relating to primary circuits are determined by the rated impulse voltage (refer to C.1.4 of IEC 60255-27:2013).

Basic insulation is the minimum requirement between primary circuits and other circuits, (primary or non-primary circuits) including accessible parts and earthed parts. Additional insulation (for example, functional or supplementary insulation) may be required, depending upon the isolation class (see Annex B of IEC 60255-27:2013). To minimize the risk of fire, it is necessary to correctly design functional insulation, such as that across a primary circuit.

Where the clearance does not comply with the relevant Table C.3 to C.10 of IEC 60255-27:2013, this may be proven by testing using a test voltage determined by the multiplication of the withstand voltage, by the appropriate multiplication factor for altitude from Table C.11 of IEC 60255-27:2013. The preferred method to prove the product is safe, where the clearance is below the minimum specified value, is to use the a.c. or d.c. value given in the table, rather than the impulse voltage, unless the impulse voltage generator characteristics and impulse voltage amplitude are according to IEC 60255-22-5.

NOTE The withstand voltages in Tables C.1 to C.10 of IEC 60255-27:2013 are for inhomogeneous fields. In many cases, the clearance in air between two parts of the equipment is between inhomogeneous and homogeneous; hence, clearances can be proven by testing.

Interpolation of clearance values in Tables C.1 to C.12 of IEC 60255-27:2013 is not permitted for basic, supplementary, reinforced and double insulation. Interpolation of clearance values for functional insulation is permitted.

6.6.1.3 Clearances for non-primary circuits

Clearances for non-primary circuits shall withstand the maximum transient overvoltage that can be present on the circuit. If transient over voltages cannot occur, clearances are based on the highest nominal working voltage.

Interpolation of the clearance values in Tables C.1 to C.12 in IEC 60255-27:2013 is permitted, for non-primary circuits.

6.6.1.4 Creepage distances

It shall be assumed that the equipment within the scope of this standard is subject to continuous voltage stress over a long period, requiring the design of appropriate creepage distances.

Creepage distances shall be determined with reference to Annex A and Annex C of IEC 60255-27:2013.

The design of creepage distance between any two circuits shall conform to the greater creepage distance of the two.

If pollution degree 3 or 4 causes persistent conductivity, for example, due to carbon or metal dust, the dimensions for creepage distances cannot be specified. Instead, the surface of insulation has to be designed to avoid a continuous path (for example, by means of ribs or grooves, of at least 2 mm height or depth) of conductive pollution.

Table C.12 of IEC 60255-27:2013 indicates additional protection which may be used to reduce the pollution degree within the equipment. If Table C.12 of IEC 60255-27:2013 is used to determine reduced creepage distance, it should be ensured that this is not less than the minimum allowed clearance.

Compliance of creepage distances shall be verified by measurement in the case of doubt. It cannot be verified by voltage withstand testing.

Interpolation of creepage distances in Tables C.1 to C.12 of IEC 60255-27:2013 is permitted, for both primary and non-primary circuits.

6.6.2 IP rating

This test is to verify that equipment cases, barriers or mounting panels prevent hazardous live parts being accessible in normal operational use.

This test shall be carried out as a type test for the equipment to verify that hazardous live parts cannot be accessed by the standard jointed test finger for IP2X in IEC 60529 and that the test finger voltage or energy does not exceed the safe limits for normal operational use.

- a) Voltage levels: 33 V a.c. or 70 V d.c.

For equipment rated for use in wet locations, the voltage levels are 25 V a.c. or 37,5 V d.c.

- b) Current levels (see Table 5):

Table 5 – Current levels in normal operational condition

Installation location	Figure 3/Figure 5 of IEC 60990:1999 Measurement circuit to be used	Sinusoidal waveforms	Non-sinusoidal or mixed frequency waveforms	
		mA r.m.s.	mA peak	mA d.c.
Dry	Figure 4	0,5	0,7	2
Wet	Figure 3 with $R_s = 375 \Omega$ (instead of 1500Ω)	0,5	0,7	2
Dry	Figure 3 with $R_s = 75 \Omega$ Relates to possible burns in the frequency range 30 kHz to 500 kHz	70	-----	-----

- c) Charge or energy of capacitance levels (see Table 6):

Table 6 – Charge of energy of capacitance levels

Maximum level	For peak or d.c. voltages
$45 \mu\text{C}$	up to 15 kV
350 mJ	$\geq 15 \text{ kV}$

NOTE Figure 3 of IEC 61010-1:2010 shows the maximum acceptable voltage for the capacitance value for both normal operational use and single-fault condition.

Unless otherwise agreed, tests shall be carried out to confirm that the equipment case meets the manufacturer's claimed IP class in normal operational use. The tests shall be in accordance with those specified in IEC 60529 for the equipment case class.

6.6.3 Impulse voltage

6.6.3.1 General

The impulse voltage type test is carried out with a voltage having a 1,2/50 μs waveform (see Figure 1 of IEC 61180-1:1992), and is intended to simulate over voltages of atmospheric origin. It also covers over voltages due to switching of low-voltage equipment.

6.6.3.2 Test procedures

The impulse voltage test shall be carried out in accordance with the following.

The impulse voltage shall be applied to the appropriate points accessible from the outside of the equipment, the other circuits and the exposed conductive parts shall be connected together and to earth.

The tests for verification of clearances shall be conducted for a minimum of three impulses of each polarity with an interval of at least 1 s between impulses.

The same test procedure also applies for the verification of the capability of solid insulation; however, five impulses of each polarity shall be applied in this case, and the wave shape of each impulse shall be recorded.

Both tests, for verification of clearances and for verification of solid insulation, may be combined in one common test procedure.

6.6.3.3 Waveform and generator characteristics

A standard impulse voltage in accordance with IEC 61180-1 shall be used. The generator characteristics shall be verified according to IEC 61180-2.

The parameters are:

- front time: $1,2 \mu\text{s} \pm 30\%$;
- time to half-value: $50 \mu\text{s} \pm 20\%$;
- output impedance: $500 \Omega \pm 10\%$;
- output energy: $0,5 \text{ J} \pm 10\%$.

The length of each test lead shall not exceed 2 m.

6.6.3.4 Selection of impulse test voltage

6.6.3.4.1 General

The applicable rated impulse test voltage shall be selected from one of the following nominal values: 0 kV, 1 kV, 5 kV peak.

When zero-rated impulse test is specified for particular equipment circuits, these shall be exempt from the impulse voltage test.

The specified impulse test of 5 kV peak applies to altitudes up to 200 m. For altitudes above 200 m, Table C.11 of IEC 60255-27:2013 shall be used to reduce the test voltage.

The test voltage tolerance shall be $+0\%, -10\%$.

When the test is between two independent equipment circuits, the higher of the two rated impulse voltages shall be used for the test.

6.6.3.4.2 Equipment to be tested at 5 kV peak nominal

An equipment circuit, classed as a primary circuit, according to Clause 3, shall be tested at 5 kV peak nominal, in accordance with 6.6.3.3.

6.6.3.4.3 Equipment to be tested at 1 kV peak nominal

Equipment circuits may be tested at 1 kV peak nominal, in accordance with 6.6.3.3, if the following apply:

- the auxiliary (power supply) circuits are connected to a battery used exclusively for the power supply of equipment covered by this standard. This battery shall not be used for switching inductive loads;
- the equipment is not powered via current or voltage transformers;
- I/O circuits required to be tested are not subjected to induced or inductive load transients in excess of 1 kV peak.

6.6.3.4.4 Performing of tests

The impulse voltage type test is applicable whether or not the equipment under test is fitted with surge suppression.

Unless otherwise specified, the impulse voltage test shall be performed

- between each circuit (or each group of circuits) specified for the same impulse voltage and the exposed conductive parts at the impulse voltage specified for this circuit (or this group of circuits);
- between independent circuits, the terminals of each independent circuit being connected together;
- across the terminals of a given circuit to validate the manufacturer's claim.

Circuits not involved in the tests shall be connected together and to earth.

Unless obvious, the independent circuits are those which are so described by the manufacturer.

For equipment with an insulated case, the exposed conductive parts shall be represented by a metal foil covering the whole equipment case except the terminals around which a suitable gap shall be left so as to avoid flashover to the terminals. The test between two independent circuits shall be carried out, unless otherwise specified, at the higher impulse voltage specified for the two circuits.

It is permissible for an impulse voltage waveform applied across test points connected to surge suppression, inductive devices or potential dividers, to be attenuated or distorted if this is not due to electrical breakdown.

The waveform applied to test points not connected to such devices, will not be noticeably distorted or attenuated unless the insulation does not withstand the impulse voltage test.

6.6.3.4.5 Test acceptance criteria

There shall be no disruptive discharge (spark-over, flashover or puncture) during test. Partial discharges in clearances which do not result in breakdown are disregarded. After this type test, the equipment shall comply with all relevant performance requirements.

6.6.3.4.6 Repetition of the impulse voltage test

For equipment in a new condition, impulse voltage tests may be repeated, if necessary, to verify performance. The test voltage value shall be equal to 0,75 times the value originally specified or indicated by the manufacturer.

6.6.4 AC or d.c. dielectric voltage test

6.6.4.1 Performing the dielectric voltage test

6.6.4.1.1 Type tests

Type tests shall be applied

- between each circuit and the accessible conductive parts, the terminals of each independent circuit being connected together;
- between independent circuits, the terminals of each independent circuit being connected together.

Unless obvious, the independent circuits are those which are so described by the manufacturer.

If applicable, the manufacturer shall declare the dielectric voltage withstand, for open metallic contacts and verify this by type testing. No test should be applied across contacts when transient suppression devices are fitted. Circuits not involved in the tests shall be connected together and to earth.

Circuits specified for the same rated insulation voltage may be connected together when being tested to the exposed conductive parts.

The test voltages shall be applied directly to the terminals.

For equipment with an insulating case, the exposed conductive parts shall be represented by a metal foil covering the whole equipment case except the terminals around which a suitable gap shall be left so as to avoid flashover to the terminals. Insulation tests requiring this metal foil shall be performed as type tests only.

6.6.4.1.2 Routine tests

Routine dielectric voltage tests shall be applied between each independent circuit and the accessible conductive parts, the terminals of each independent circuit being connected together.

6.6.4.1.3 Routine tests by sampling

Sample testing of the assembled equipment may be carried out if the following points are met.

- The fully assembled printed circuit cards or modules are 100 % routine tested.
- The manufacturer has carried out a risk analysis and documented that, due to the design and build of the equipment, for all build variations, there is a very low probability of safety risks due to any build and handling problems, when the routine tested items are assembled into the equipment.
- Any sample testing is carried out to a documented sampling plan.

Tests shall be performed between each independent circuit and the accessible conductive parts, the terminals of each independent circuit being connected together.

The minimum number of samples, randomly chosen from the batch to be tested, shall be two.

The acceptance criteria for this safety test shall be: accept on zero failures, reject on one failure.

In the case of a batch rejection, the batch shall either be 100 % tested, or after investigation and rectification of the cause of failure the batch may be re-tested to the documented sampling plan.

6.6.4.2 Value of the dielectric test voltage

Dielectric voltage tests shall be made by applying the appropriate voltages in Table 7. The test voltage should be declared by the manufacturer.

Table 7 – AC test voltages

Rated insulation voltage V	AC test voltage, 1 min kv
Up to 63	0,5
125 to 500	2,0
630	2,3
800	2,6
1000	3,0

For circuits directly energized via instrument transformers (VTs and standard CTs), or connected to a station battery the test voltage shall not be less than 2,0 kV r.m.s., 1 min.

Where this is not the case, Table 7 may be used to determine the appropriate test voltage.

A higher test voltage of 2,5 kV r.m.s. 1 min for CT circuits may be claimed by the manufacturer. Higher test voltages shall be specified for pilot wire circuits where short-circuit current induced over voltages on the pilot wires are to be expected. The applicable test voltage shall, in this case, be declared by the manufacturer.

For common circuits such as CTs, VTs and digital inputs connected by a common connection to earth or neutral, a test voltage of 500 V may be used. If applicable, the manufacturer shall declare the dielectric voltage withstand for open metallic contacts and verify this by type testing. No test shall be applied across contacts when transient suppression devices are fitted.

6.6.4.3 Test voltage source

The test voltage source shall be such that, when applying half the specified value to the EUT (equipment under test), the voltage drop observed is less than 10 %.

The source voltage value shall be verified with an accuracy better than 5 %.

The test voltage shall be substantially sinusoidal and at a frequency between 45 Hz and 65 Hz. However, tests may alternatively be performed with a d.c. voltage the value of which shall be 1,4 times that given in Table 7.

Use of capacitors to earth for EMC compliance will lead to increased test current and thus make detection of a breakdown condition difficult. This problem can be overcome by using a d.c. test voltage ($\sqrt{2} \times$ r.m.s.) or by measuring a.c. resistive current only.

6.6.4.4 Test method

For type tests the open-circuit voltage of the test generator is applied to the equipment at zero volts. The test voltage shall be raised smoothly to the specified value in such a manner that no appreciable transients occur and shall be maintained for 1 min minimum. It shall then be reduced smoothly to zero as rapidly as possible.

For routine tests, the test voltage may be maintained for 1 s minimum. In this case, the test voltage shall be 10 % higher than the specified 1 min type test voltage.

6.6.4.5 Test acceptance criteria

During the dielectric voltage test, no breakdown or flashover shall occur. Partial discharges which do not cause the maximum test current level set by the manufacturer to be exceeded shall be disregarded.

6.6.4.6 Repetition of the dielectric voltage test (a.c. power-frequency high-voltage test)

For equipment in a new condition, dielectric voltage tests may be repeated, if necessary, to verify their performance. The test voltage value shall be equal to 0,75 times the value claimed by the manufacturer.

6.6.5 Protective bonding resistance

6.6.5.1 Protective bonding resistance – type test

Exposed conductive parts and terminations connected to the protective conductor for protection against any electric shock hazard shall not have excessive resistance.

For equipment where the protective conductor connection is by means of one core of a multi cored cable, the cable is not included in the measurement, provided that the cable is supplied by a suitably rated protective device which takes into account the size of the conductor.

The compliance of such parts with protective bonding resistance type test requirements shall be determined using the following test parameters:

- the test current shall be twice that of the maximum current rating of the overcurrent protection means, specified in the user documentation;
- the test voltage shall not exceed 12 V r.m.s. a.c. or 12 V d.c.;
- the test duration shall be 60 s;
- the resistance between the protective conductor terminal and the part under test shall not exceed 0,1 Ω.

6.6.5.2 Protective bonding continuity – routine test

Accessible conductive parts which may become live in the event of a single-fault condition shall be subject to a low current continuity test to verify their bonding to the protective conductor terminal.

It is recommended that the continuity tester open-circuit voltage and short-circuit current should be chosen to avoid any circuit damage.

6.6.6 Flammability of insulation materials, components and fire enclosure

6.6.6.1 General

Testing of plastic parts may be necessary where either the material does not meet the minimum flammability specified, or its thickness is below the minimum specified for that material to achieve the required minimum flammability.

Tests may be required to determine the flammability of insulating materials and components and fire enclosures.

6.6.6.2 Flammability specifications

6.6.6.2.1 General

Except as specified in 6.6.6.2.2 to 6.6.6.2.4 all materials and components shall comply with the following:

- insulated wire shall have a flammability class equivalent V-1, or better, of IEC 60695-11-10;
- connectors and insulating material on which components are mounted shall have a flammability class V-2, or better, of IEC 60695-11-10.

Conformity is checked by inspection of data on materials, or by performing the flammability tests specified in IEC 60695-11-10 on three samples of the relevant parts. The samples may be any of the following:

- complete parts;
- sections of a part, including the area with the least wall thickness and any ventilation openings;
- specimens in accordance with IEC 60695-11-10.

Where safety is involved, components shall meet one of the following:

- the flammability requirements of a relevant IEC component standard which includes such requirements;
- where no relevant IEC standard exists, the flammability requirements of this standard;
- applicable flammability requirements of a non-IEC standard where these are at least as high as those of the relevant IEC standard, provided that the component has been approved to the non-IEC standard by a recognized testing authority.

6.6.6.2.2 Materials for components and other parts inside fire enclosures

The following are exempted from the requirements of 6.6.6.2.1.

- Electrical components which do not present a fire hazard under abnormal operating conditions.
- Materials and components within an equipment case of volume $0,06\text{ m}^3$ or less, consisting totally of metal and having no ventilation openings, or within a sealed unit containing an inert gas.
- One or more layers of thin insulating material, such as adhesive tape, used directly on any surface within the fire enclosure, including the surface of current-carrying parts, provided that the combination of the thin insulating material and the surface of application comply with the requirements of flammability Class V-2, or better, of IEC 60695-11-10.
- Electronic components, such as integrated circuit packages, opto-coupler packages, capacitors and other small parts mounted on material of flammability Class V-1, or better, of IEC 60695-11-10.
- Wiring, cables and connectors insulated with PVC, TFE, PTFE, FEP or neoprene or polyimide.
- Individual clamps (not including helical wraps or other continuous forms), lacing tape, twine and cable ties used with wiring harnesses.

Compliance with 6.6.6.2.1 and 6.6.6.2.2 is checked by inspection of the equipment and material data sheets.

6.6.6.2.3 Materials for fire enclosures

Materials for components which fill an opening in a fire enclosure, and which are intended to be mounted in that opening shall

- be of flammability class V-1, or better, of IEC 60695-11-10; or
- pass the flammability test of IEC 60695-11-10; or
- comply with the flammability requirements of the relevant IEC component standard.

NOTE Examples of these components are fuse-holders, switches, connectors and appliance inlets.

Plastic materials of a fire enclosure shall be located more than 13 mm through air from arcing parts such as unenclosed switch contacts.

Plastic materials of a fire enclosure located less than 13 mm through air from non-arcing parts which, under any condition of normal or abnormal operation, could attain a temperature sufficient to ignite the material, shall be capable of passing the test of IEC 60695-2-20. The average time to ignition of the samples shall be not less than 15 s. If a sample melts through without igniting, the time at which this occurs is not considered to be the time to ignition.

Compliance with 6.6.6.1.2 is checked by inspection of the equipment and material data sheets and, if necessary, the appropriate flammability test.

6.6.6.2.4 Materials for components and other parts outside fire enclosures

Except as otherwise noted below, materials for components and other parts (including mechanical enclosures, electrical enclosures and decorative parts), located outside fire enclosures, shall have a minimum flammability class HB75 if the thinnest significant thickness of this material is < 3 mm, or flammability class HB40 if the thinnest significant thickness of this material is ≥ 3 mm, or flammability class HBF.

Where a mechanical or an electrical enclosure also serves as a fire enclosure, the requirements for fire enclosures apply (see 6.6.6.2.3).

Connectors shall comply with one of the following:

- be made of material of flammability class V-2, or better, of IEC 60695-11-10;
- pass the tests of IEC 60695-11-10;
- comply with the flammability requirements of the relevant IEC component standard;
- be mounted on material of flammability class V-1, or better, of IEC 60695-11-10 and be of a small size;
- be located in a secondary circuit supplied by a power source that is limited to a maximum of 15 VA or complies with limited-energy circuit requirements under normal operating conditions and after a single fault in the equipment.

The requirement for materials for components and other parts to be of flammability class HB40, flammability class HB75, or flammability class HBF, does not apply to any of the following:

- electrical components which do not present a fire hazard under abnormal operating conditions;
- materials and components within an enclosure of 0,06 m³ or less, consisting totally of metal and having no ventilation openings or within a sealed unit containing an inert gas;
- components meeting the flammability requirements of a relevant IEC component standard which includes such requirements;
- electronic components, such as integrated circuit packages, opto-coupler packages, capacitors and other small parts that are
 - mounted on material of flammability class V-1, or better, of IEC 60695-11-10;
 - supplied from a power source of no more than 15 VA, or complies with limited-energy circuit requirements, under normal operating conditions or after a single fault in the equipment and mounted on material of flammability class HB75 if the thinnest significant thickness of this material is < 3 mm;
 - flammability class HB40 if the thinnest significant thickness of this material is ≥ 3 mm.

6.6.7 Single-fault condition

6.6.7.1 General

A single-fault condition assessment shall be performed for compliance with the requirements for protection against the spread of fire when conducting a single-fault type test on a fully

assembled equipment. It is sufficient to carry out a single-fault test(s) on a particular module variation, once only, where the common module is used throughout a platform range.

The need for any single-fault testing will depend on the result of the single-fault condition assessment.

6.6.7.2 Testing in single-fault condition

The equipment shall not present a risk of electric shock or fire after a single-fault test. It does not have to be functional after the test.

The following requirements apply:

- examination of the equipment and its circuit diagram will generally show the fault conditions which are liable to result in electric shock or fire hazards and which therefore shall be applied;
- fault tests shall be made except where it can be demonstrated that it is improbable that a hazard will arise from a particular single-fault condition;
- it is not required that a single-fault condition is applied to double or reinforced insulation;
- the equipment shall be operated under the least favourable combination of reference test conditions.

These conditions include worst-case tolerance of rated voltage and current, worst-case equipment orientation, whether covers or other removable parts may not be fitted during normal operational use, maximum specified external fuse rating.

NOTE Small parts, such as screws and rivets which are not accessible and are isolated from HLV circuits by at least basic insulation, are not taken into consideration.

6.6.7.3 Application of single-fault condition

6.6.7.3.1 General

A single-fault condition shall be applied one at a time and shall be applied in turn in the most convenient order. Multiple simultaneous faults shall not be applied; they may, however, result from the application of a single-fault.

Single-fault condition assessment shall include the following.

6.6.7.3.2 Protective impedance

The following requirements apply.

- If a protective impedance is formed by a combination of components, each component shall be short-circuited or disconnected, whichever is less favorable.
- If a protective impedance is formed by a combination of basic insulation and a voltage- or current-limiting device, both the basic insulation and a voltage- or current-limiting device shall be subjected to single faults, applied one at a time. Basic insulation shall be short circuited. The voltage- or current-limiting device shall be short-circuited or disconnected, whichever is less favorable.

Parts of protective impedance which are high-integrity components need not be short circuited or disconnected.

6.6.7.3.3 Equipment or parts for short-term or intermittent operation

These shall be operated continuously if continuous operation could occur in a single-fault condition.

Individual parts may include motors, relays, other magnetic devices and heaters.

6.6.7.3.4 Transformers

Transformer non-primary windings and sections of tapped windings, which are loaded in normal operational use, shall be tested in turn, one at a time, to simulate short circuits in the load. All other windings are loaded or not loaded, whichever load condition is less favorable. If the primary and non-primary windings of the transformer are separated by reinforced or double insulation, a short circuit shall not be applied between them.

Short circuits shall also be made on the load side of any current-limiting impedance or overcurrent protective device which is connected directly to the winding.

6.6.7.3.5 Outputs

Outputs shall be short-circuited one at a time.

6.6.7.3.6 Insulation between circuits and parts

Functional insulation between circuits and parts shall be short-circuited where this could cause overheating of any material creating a risk of fire, unless that material is of flammability class V-1 or better of IEC 60695-11-10.

Basic insulation in primary circuits with less than the specified clearance or creepage distance shall be bridged to check against the spread of fire.

Supplementary, reinforced and double insulation need not be short-circuited. The exception to this is where thermal damage to the insulation may create a risk of electric shock.

6.6.7.3.7 Primary circuits and hazardous voltage non-primary circuits

Single-fault conditions shall be applied by open-circuiting or short-circuiting components in primary circuits and hazardous voltage non-primary circuits, within the equipment, where these may create a risk of electric shock or fire.

6.6.7.3.8 Overloads

Single-fault conditions shall be applied where a circuit or component overload may create a fire or electric shock hazard. This includes connection of the most unfavourable load impedances to terminals and connectors which deliver power or signal outputs from the equipment.

It is permitted to use fusible links, overcurrent protection devices and the like to provide adequate protection.

Where there are multiple outlets with the same internal circuitry, the single-fault test can be limited to one outlet only.

6.6.7.3.9 Intermittently rated resistors

Continuous dissipation in resistors designed for intermittent dissipation shall be considered under the single-fault condition assessment.

6.6.7.4 Duration of tests

Each test is normally limited to 2 h since any secondary fault arising from a single-fault condition will usually manifest itself within that time and the temperature of the EUT should have stabilized. If at the end of 2 h there is an indication that a risk of electric shock, spread

of fire or injury to persons may eventually occur, the test shall be continued until one of these hazards does occur or for a maximum period of 4 h.

6.6.7.5 Compliance

6.6.7.5.1 Compliance with requirements for electric shock protection

A voltage withstand according to 6.6.4 test may be necessary to demonstrate that the equipment does not present an electric shock hazard following the application of a single-fault condition.

PEB, PELV and SELV circuits shall remain safe to touch after the application of a single-fault condition.

Following single-fault condition accessible parts shall not be hazardous live.

6.6.7.5.2 Values in single-fault condition

Values exceeding the levels/limits of a) to c) due to a single-fault condition are deemed to be hazardous live. The limits of b) and c) apply only if the voltage exceeds the values of item a).

a) Voltage levels are 55 V r.m.s. or 140 V d.c.

For equipment rated for use in wet locations, the voltage levels are 33 V r.m.s. or 70 V d.c. For temporary voltages, the levels are those of 6.3 of IEC 61010-1:2010, measured across a 50 k Ω resistor.

b) Current levels (see Table 8):

Table 8 – Current levels in single fault condition

Installation location	Figure 3/Figure 4 of IEC 60990:1999 Measurement circuit to be used	Sinusoidal waveforms	Non-sinusoidal or mixed frequency waveforms	
		mA r.m.s.	mA peak	mA d.c.
Dry	Figure 4	3,5	5	15
Wet	Figure 3 with $R_s = 375 \Omega$ (instead of 1 500 Ω)	3,5	5	15
Dry	Figure 3 with $R_s = 75 \Omega$ Relates to possible burns in the frequency range 30 kHz to 500 kHz	500	-----	-----

c) The capacitance level is that of Figure 3 in IEC 61010-1:2010.

6.7 Electromagnetic compatibility (EMC)

6.7.1 General

Utility communication and automation IEDs and systems in power plant and substation environments shall be designed and tested to withstand the various types of induced continuous and transient conducted and radiated electromagnetic disturbances that occur in substations. Sources of disturbances are, for example:

- lightning and switching surges;
- discharges and strokes in gaseous isolation media, like the commonly used SF₆, producing fast transients;
- travelling waves in GIS, producing fast transients.

The general immunity requirements for the industrial environment are considered not sufficient for substations. Therefore, dedicated requirements are defined. Details of these

requirements and testing procedures are given in the parts of the IEC 61000 series and IEC 60255 series. The most important cases and documents are referenced below.

6.7.2 Electromagnetic environment

The typical locations covered by this technical specification are power stations, and medium voltage (MV) and high-voltage (HV) substations (air insulated (AIS) and gas insulated (GIS) substations).

For the purpose of the specifications given in this technical specification, the term "HV" is taken to mean extra high voltage and high voltage of 36,5 kV and above. A different limit between MV and HV can be agreed upon between the Electricity Utility and the manufacturer.

In addition to the mentioned electrical plants, Electricity Utilities can install apparatus in control centers, radio repeaters, or low voltage distribution points in industrial, commercial or residential areas. These locations are covered by other generic standards or product standards.

In some cases, the Utilities take special mitigation measures (e.g. use of special cabling, shielding of some areas, etc.) in order to create a "protected" environment and to reduce the immunity requirements accordingly. This allows the Utility to use equipment not meeting the specifications of this technical specification.

In power stations and substations, shielded and unshielded cables are used for connecting equipment. In case of shielded cables, the shields are locally earthed according to the rules related to the type of signal involved, e.g. low level, control, etc.

6.7.3 Immunity requirements and type tests

The immunity requirements and type tests specified in the following are based on the actual electromagnetic environment, considering the electromagnetic phenomena outlined in Annex A of IEC/TS 61000-6-5:2001.

They are given on a port-by-port basis, according to Tables 9 to 13.

The requirements for apparatus of power stations and substations are based on Figure 1 and Figure 2.

The requirements for the enclosure, the power supply and functional earth ports are established according to the location concerned. It is assumed that the power supply source is common to all apparatus therein installed, without special EMC provisions.

The requirements for the signal ports are established according to the type of connections.

In the following figures and tables, the different locations are identified by a capital letter in a square, while the type of connections is identified by a lower-case letter in a circle.

Locations:

- G: power stations and MV substations;
- H: HV substations;
- P: "protected" areas, if any.

Signal connections:

- l: local connections;
- f: field connections;

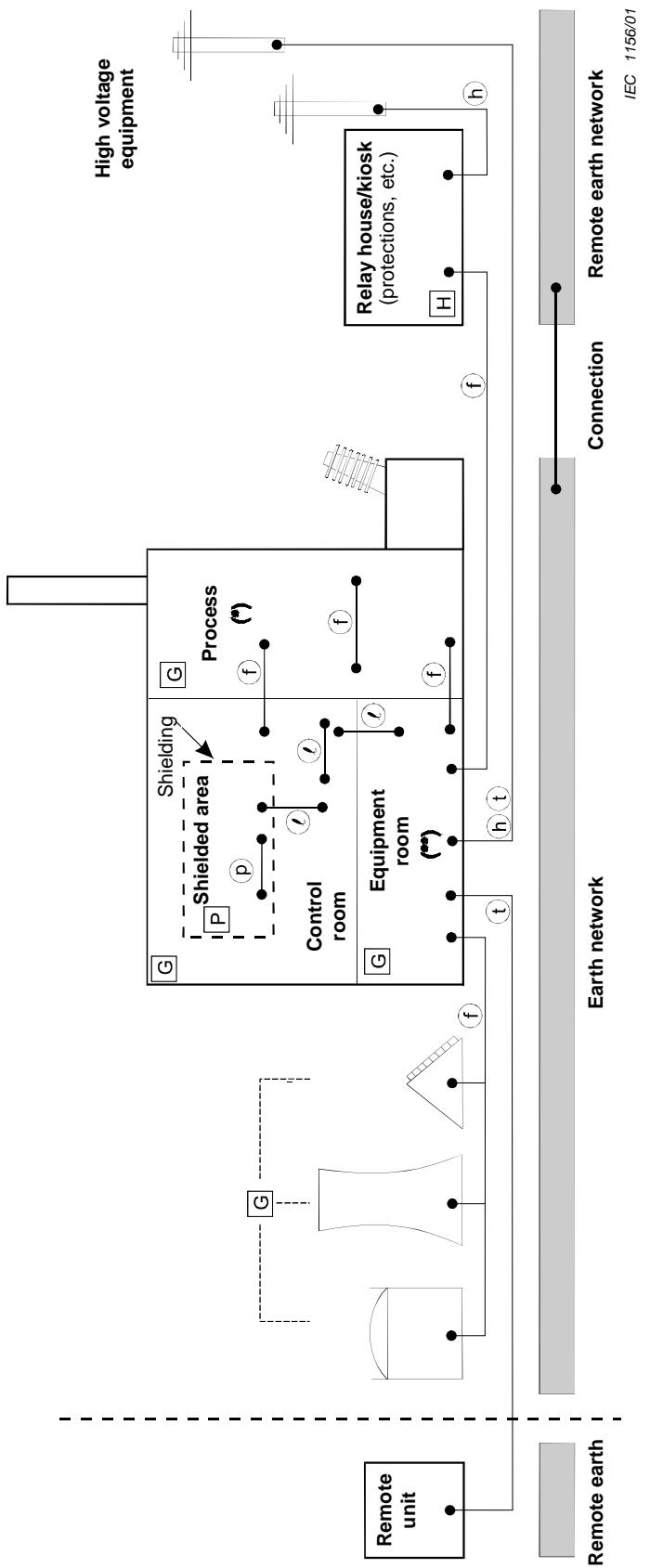
- h: connections to HV equipment;
- t: telecommunication;
- p: connections within a "protected" area, if any.

The tests will be conducted in a well-defined and reproducible manner, as given by the relevant basic standards referred to in Tables 9 to 13. The content of these basic standards is not repeated here; however additional information for the practical application of the tests are given in this specification.

The tests shall be performed as type tests and carried out one at a time, as a single test.

The immunity requirements are related to conducted and radiated electromagnetic phenomena at low and high frequencies; they may be continuous, single or repetitive transient phenomena, with high and low occurrence.

Equipment installed in "protected" areas, without direct connections to other areas, does not need to comply with the immunity specifications of this technical specification, but is subjected to the relevant generic or product standards.



* Boiler, generator, turbine, switchgear, MV substations, etc. ** Control apparatus, electric relays, transducer relays, etc.

Type of location for enclosure, power supply and functional earth ports

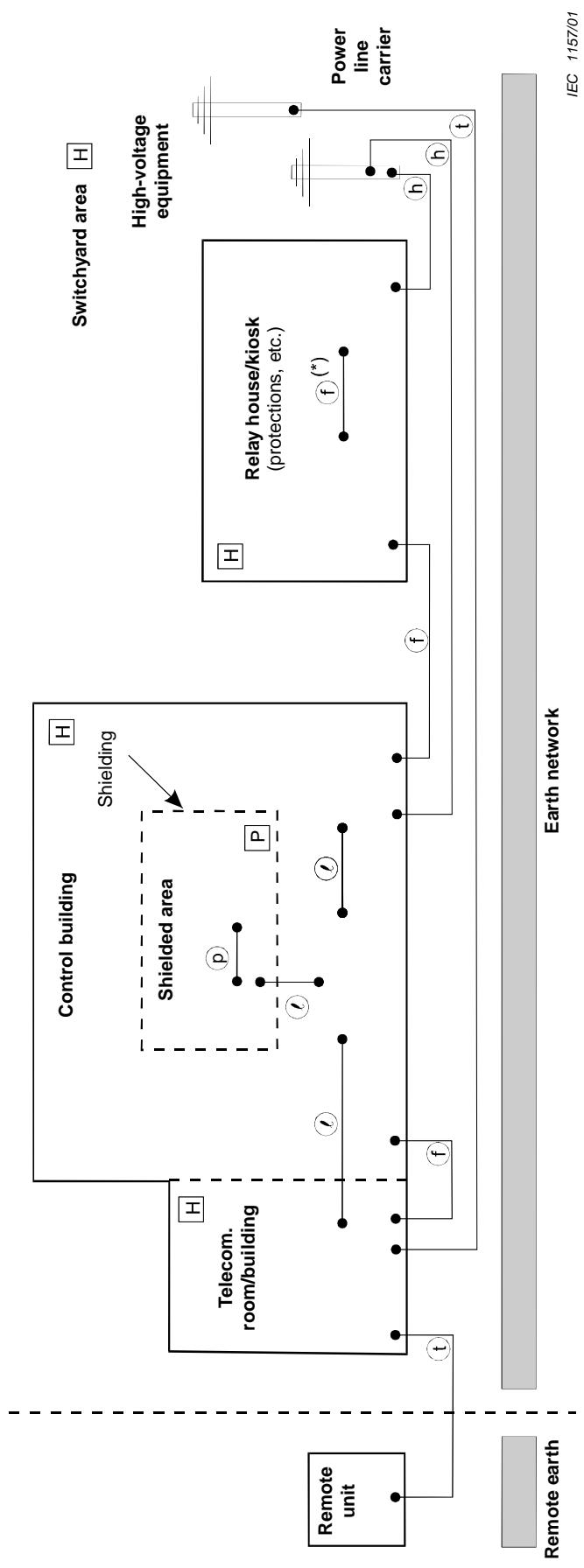
G Normal location in power stations and MV substations – examples are control room, equipment room and process area.

H Normal location in HV substations – examples are control building, relay house and switchyard area.

P Protected location, if any – example is a shielded area in the control room.

SOURCE: Figure 3 of IEC/TS 61000-6-5:2001.

Figure 1 – Example of power station and substation: selection of the specifications for apparatus and related connections



* Where special mitigation measures are adopted (e.g. shielding), (l) applies.

Type of location for enclosure, power supply and functional earth ports

[H] Normal location in HV substations – examples are control building, relay house and switchyard area.

[P] Protected location, if any – example is a shielded area in the control building.

Type of signal port connections

(l) Local – examples are connections within the control building.

(f) Field – examples are connections in the switchyard area and in a relay house/kiosk.

(h) HV equipment – examples are connections to circuit breakers, voltage/current transformers, etc.

(t) Telecommunication – examples are connections to power line carrier and remote terminal units.

(g) Protected, if any – examples are connections inside a shielded room.

NOTE: In gas insulated substations (GIS), protection cubicles, local control cubicles and switchgear may be located together within the control building or separated in different areas.

SOURCE: Figure 4 of IEC/TS 61000-6-5:2001.

Figure 2 – Example air-insulated substation (AIS): selection of the specifications for apparatus and related connections**Table 9 – Immunity specification – Enclosure port**

Test	Environmental phenomena	Basic IEC standard	Equipment installed in ^a				Remarks	
			Power stations and MV substations ^G		HV substations ^H			
			Level	Test value	Level	Test value		
9.1	Power frequency magnetic field	IEC 61000-4-8	2	3 A/m continuous	2	3 A/m continuous	Applicable only to CRT monitors, according to Clause B.2 of CISPR 24:2010	
			5	100 A/m continuous 1 000 A/m 1 s	5	100 A/m continuous 1 000 A/m 1 s		
9.2	Radiated, radio-frequency electromagnetic field 80 MHz – 3 000 MHz ^b	IEC 61000-4-3	3	10 V/m ^c	3	10 V/m ^c	This level normally allows the use of portable radiating equipment at 1 m to 2 m distance from installed equipment (see details in the basic standard)	
9.3	Electrostatic discharge	IEC 61000-4-2	3	6 kV contact 8 kV air	3	6 kV contact ^d 8 kV air		

^a See Figure 1 and Figure 2.^b Above 1 GHz the test shall be carried out in the frequency range specified by the basic standard.^c More severe requirements may be given to comply with the environment of critical locations (e.g. proximity of broadcasting stations).^d Higher test values shall be adopted for equipment installed in a severe electrostatic environment, e.g. outdoor location.

Table 10 – Immunity specifications – Signal ports

Test	Environmental phenomena	Basic IEC standard	Connection						Remarks	
			Local Level	Test value	In field Level	Test value	To HV equipment Level	Test value		
10.1	Mains frequency voltage	IEC 61000-4-16	–	–	4	30 V cont. 300 V 1 s	4	30 V cont. 300 V 1 s	4	30 V cont. 300 V 1 s
10.2	Surge 1,2/50 µs line to ground line to line	IEC 61000-4-5	2 1	1,0 kV 0,5 kV	3 2	2,0 kV 1,0 kV	4	4,0 kV 2,0 kV	4	4,0 kV ^b 2,0 kV ^b
10.3	Damped oscillatory wave common mode differential mode	IEC 61000-4-18	–	–	2	1,0 kV 0,5 kV	3	2,5 kV 1,0 kV	3	2,5 kV ^c 1,0 kV ^c
10.4	Fast transient/burst	IEC 61000-4-4	3	1,0 kV	4	2,0 kV	x	4,0 kV	x	4,0 kV
10.5	Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	3	10 V	3	10 V	3	10 V	3	10 V

a See Figure 1 and Figure 2

b Surge waveform 10/700 µs is recommended for testing signal ports intended to be connected to telecom network or remote equipment.

c Applicable only to connections to power line carrier.

Table 11 – Immunity specifications – Low voltage a.c. input power ports and low voltage a.c. output power ports

Test	Environmental phenomena	Basic IEC standard	Equipment installed in a, b			Remarks
			Power stations and MV substations G		HV substations H	
		Level	Test value	Level	Test value	
11.1	Voltage dips	IEC 61000-4-11	-		ΔU 30% for 1 period ΔU 60% for 50 periods ^c	not applicable to a.c. output ports
11.2	Voltage interruptions	IEC 61000-4-11	-		ΔU 100% for 5 period ΔU 100% for 50 periods ^c	
11.3	Surge 1,2/50 µs line to ground line to line	IEC 61000-4-5	3 2	2,0 kV 1,0 kV	4 3	4,0 kV 2,0 kV
11.4	Damped oscillatory wave common mode differential mode	IEC 61000-4-18	2 2	1,0 kV 0,5 kV	3 3	2,5 kV 1,0 kV
11.5	Fast transient/burst	IEC 61000-4-4	3	2,0 kV	4	4,0 kV
11.6	Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	3	10 V	3	10 V

^a See Figure 1 and Figure 2.

^b For equipment with input current rating >16 A, the tests should be limited to the power port of electronic units/modules, etc.

^c Applicable only to power ports directly connected to public low-voltage power supply network.

Table 12 – Immunity specifications – Low voltage d.c. input power ports and low voltage d.c. output power ports

Test	Environmental phenomena	Basic IEC standard	Equipment installed in ^{a, b}				Remarks
			Power stations and MV substations G		HV substations H	Level	
12.1	Voltage dips	IEC 61000-4-29	-				not applicable to d.c. output ports
12.2	Voltage interruptions	IEC 61000-4-29	-				
12.3	Ripple on d.c. power supply	IEC 61000-4-17	3				
12.4	Mains frequency voltage	IEC 61000-4-16	3	10 V cont. 100 V 1s	4	4	30% of U_n
12.5	Surge 1,2/50μs line to ground line to line	IEC 61000-4-5	3	2,0 kV 1,0 kV	3	2,0 kV 1,0 kV	
12.6	Damped oscillatory wave common mode differential mode	IEC 61000-4-18	2	1,0 kV 0,5 kV	3	2,5 kV 1,0 kV	Test is performed at 1 MHz (higher frequencies are under consideration to cover GIS)
12.7	Fast transient/burst	IEC 61000-4-4	3	2,0 kV	4	4,0 kV	
12.8	Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	3	10 V	3	10 V	

^a See Figure 1 and Figure 2.

^b For equipment with input current rating >16 A, the tests should be limited to the power port of electronic units/modules, etc.

Table 13 – Immunity specifications – Functional earth port

Test	Environmental phenomena	Basic IEC standard	Equipment installed in ^a			Remarks
			Power stations and MV substations G		HV substations H	
		Level	Test value	Level	Test value	
13.1	Fast transient/burst ^b	IEC 61000-4-4	3	2,0 kV	4	4,0 kV
13.2	Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	3	10 V	3	10 V

^a See Figure 1 and Figure 2.^b Applicable only to ports interfacing with cables whose total length, according to the manufacturer's functional specification, may exceed 3 m.

6.7.4 Emission requirements and type tests

The requirements and procedures for conducted and radiated emission tests are specified in Table 14, Table 15, Table 16 and Table 17.

Table 14 – Emission tests – Auxiliary power supply port

Test	Environmental phenomena	Frequency range MHz	Limit values		Basic standard
			dB(µV)		
14.1	conducted emission	0,15 to 0,5	quasi peak 79 average 66		CISPR 22
		0,5 to 5	quasi peak 73 average 60		
		5 to 30	quasi peak 73 average 60		

Table 15 – Emission tests – Telecommunication port

Test	Environmental phenomena	Frequency range MHz	Voltage limit values	Current limit values	Basic standard
			dB(µV)	dB(µA)	
15.1	conducted emission	0,15 to 0,5	quasi peak 97 to 87 average 84 to 74	quasi peak 53 to 43 average 40 to 30	CISPR 22
		0,5 to 5	quasi peak 87 average 74	quasi peak 43 average 30	
		5 to 30	quasi peak 87 average 74	quasi peak 43 average 30	

Table 16 – Emission tests below 1 GHz – Enclosure port at a measuring distance of 10 m

Test	Environmental phenomena	Frequency range	Quasi Peak limits	Basic standard
		MHz	dB(µV/m)	
16.1	radiated emission	30 to 230	40	CISPR 22
		230 to 1 000	47	

Table 17 – Emission tests above 1 GHz – Enclosure port at a measuring distance of 3 m

Test	Environmental phenomena	Frequency range	Average limits	Peak limits	Basic standard
		MHz	dB(µV/m)	dB(µV/m)	
17.1	radiated emission	1 000 to 3 000	56	76	CISPR 22
		3 000 to 6 000	60	80	

- Conditional testing procedure emission test above 1 GHz:

The highest internal source of an EUT is defined as the highest frequency generated or used within the EUT or on which the EUT operates or tunes.

If the highest frequency of the internal sources of the EUT is less than 108 MHz, the measurement shall only be made up to 1 GHz.

If the highest frequency of the internal sources of the EUT is between 108 MHz and 500 MHz, the measurement shall only be made up to 2 GHz.

If the highest frequency of the internal sources of the EUT is between 500 MHz and 1 GHz, the measurement shall only be made up to 5 GHz.

If the highest frequency of the internal sources of the EUT is above 1 GHz, the measurement shall be made up to 5 times the highest frequency or 6 GHz, whichever is less.

6.8 Burden test

6.8.1 Burden for AC power supply

6.8.1.1 Typical load condition

The equipment is powered at rated auxiliary energizing voltage with typical load of all input and outputs. The test shall be carried out by voltamperes (VA) measurement. The maximum value of 5 consecutive tests shall be used for burden claim.

6.8.1.2 Inrush current and power-up duration

The equipment is switched on at rated auxiliary energizing voltage. The peak value of input current during power-up, the duration from switching instant to the instant that input current gets to within 10 % of quiescent state current shall be recorded. The maximum value of 5 consecutive tests shall be used for inrush current and power-up duration claim.

6.8.2 Burden for DC power supply

6.8.2.1 Typical load condition

The equipment is powered at rated auxiliary energizing voltage with typical load of all input and outputs. The test shall be carried out by Watt measurement. The maximum value of 5 consecutive tests shall be used for burden claim.

6.8.2.2 Inrush current and power-up duration

The equipment is switched on at rated auxiliary energizing voltage. The peak value of input current during power-up, the duration from switching instant to the instant that input current gets to within 10 % of quiescent state current shall be recorded. The maximum value of 5 consecutive tests shall be used for inrush current and power-up duration claim.

6.8.3 Burden for binary input

At least one binary input shall be tested for each binary inputs group with the same rated voltage. The binary input is energized at rated voltage, and the value of input current shall be recorded. The maximum value of 5 consecutive tests shall be used for burden claim.

6.9 Climatic performance

6.9.1 General

Utility communication and automation IEDs and systems shall operate within its specification limits within the declared operating range. The effects of temperature on the component parts

of the equipment that may result in a visual change but not affect the correct operation of the equipment (i.e. darkening of LCD display) shall be declared.

The manufacturer shall declare whether operation at the specified limits can be achieved when power is initially applied to the equipment after all components have been allowed stabilise at the ambient temperature. If the specified operation is achieved only after the unit is energized for a period of time, the manufacturer shall specify the estimated stabilization time required.

The equipment shall comply with the requirements of both change of temperature and storage and operating temperature tests.

6.9.2 Verification procedure

6.9.2.1 Functional verification procedure

The verification procedure shall ensure that the equipment is in accordance with its specification and that it functions correctly during the initial measurement at the beginning of the test sequence and maintains its design characteristics throughout all the following individual tests where this has been specified. The initial and final measurements shall consist of a visual and a performance verification test. Measurements made during a test shall consist of a performance verification test.

In a test sequence where the final measurement of the previous test corresponds to the initial measurement of the succeeding individual test, it is not necessary to do these measurements twice, i.e. once is sufficient.

6.9.2.2 Measurement of insulation resistance

The measurement should be performed as a test following environmental testing to ensure that the insulation has not been over-stressed and weakened by the applied tests.

The measuring voltage shall be applied directly to the equipment terminals.

The insulation resistance shall be determined when a steady value has been reached and at least 5 s after applying a d.c. voltage of $500\text{ V} \pm 10\%$.

For equipment in a new condition, the insulation resistance shall not be less than $100\text{ M}\Omega$ at 500 V d.c. After the damp heat type test, the insulation resistance shall not be less than $10\text{ M}\Omega$ at 500 V d.c., after a recovery time of between 1 h and 2 h, as stated in Tables 23 and 24.

6.9.2.3 Dielectric type test

The dielectric withstand shall be performed as a test following environmental testing to ensure that the insulation has not been over-stressed and weakened by the applied tests.

The type test shall be applied to the following groups:

- between each circuit and the accessible conductive parts, the terminals of each independent circuit being connected together;
- between independent circuits, the terminals of each independent circuit being connected together.

The independent circuits are those specified by the manufacturer. The manufacturer shall declare the dielectric voltage withstand for open metallic contacts. No tests should be applied across contacts when transient suppression devices are fitted. Circuits not involved in the tests shall be connected together and to earth.

Circuits specified for the same rated insulation voltage may be connected together when being tested to the exposed conductive parts.

The test voltages shall be applied directly to the terminals.

6.9.2.4 Protective bonding resistance – Type test

The measurement shall be performed as a test following damp heat environmental testing to ensure that any corrosion has not caused the exposed conductive parts and terminations connected to the protective earth conductor for protection against any electric shock hazard to have an excessive resistance.

For equipment where the protective earth connection is by means of one core of a multi-cored cable, the cable is not included in the measurement, provided that the cable is supplied by a suitably rated protective device which takes into account the size of the conductor.

The compliance of such parts with protective bonding resistance type test requirements shall be determined, using the following test parameters:

- the test current shall be twice that of the maximum current rating of the overcurrent protection means, specified in the user documentation;
- the test voltage shall not exceed 12 V r.m.s. a.c. or 12 V d.c.;
- the test duration shall be 60 s;
- the resistance between the protective conductor terminal and the part under test shall not exceed 0,1 Ω.

6.9.3 Climatic environmental tests

6.9.3.1 Dry heat test – Operational

The dry heat operational test shall be performed to prove the resistance of the equipment to heat whilst operational and to determine any variation in performance due to temperature. See Table 18.

Table 18 – Dry heat test operational

Subject	Test conditions
Test reference	Test Bd of IEC 60068-2-2:2007
Preconditioning	According to the manufacturer's specifications
Initial measurement	According to 6.9.2
Conditions	Operated at manufacturer's typical load specification ^a
Operational temperature	As per manufacturer's maximum specified operating temperature, the value should be chosen from 6.5.2 of IEC 60068-2-2:2007. Maximum rate of change of temperature 1 °C per min, over a 5 min period
Accuracy	±2 °C (see 6.2 of IEC 60068-2-2:2007)
Humidity	According to 6.8.2 of IEC 60068-2-2:2007, test Bd
Duration of exposure	16 h minimum
Measuring and/or loading	Correct function at typical load conditions
Recovery procedure	See 6.11 of IEC 60068-2-2:2007.
time	1 h minimum to 2 h maximum, all tests to be conducted during that period.
climatic conditions	Standard reference conditions as stated in Table 25.
power supply	Power supply switched off
Final measurement	According to 6.9.2

^a The manufacturer should declare the number of binary input circuits, and output relays energized and loading of communication ports, during the test.

6.9.3.2 Cold test – Operational

The dry heat operational test shall be performed to prove the resistance of the equipment to cold whilst operational and to determine any variation in performance due to temperature. See Table 19.

Table 19 – Cold test operational

Subject	Test conditions
Test reference	Test Ad of IEC 60068-2-1:2007
Preconditioning	According to the manufacturer's specifications
Initial measurement	According to 6.9.2
Conditions	Operated at manufacturer's typical load specification ^a
Operational temperature	As per manufacturer's minimum specified operating temperature, value should be chosen from 6.6.1 of IEC 60068-2-2:2007. Maximum rate of change of temperature 1 °C per min, over a 5 min period
Accuracy	±3 °C (see 6.2 of IEC 60068-2-1:2007)
Humidity	Not applicable
Duration of exposure	16 h minimum
Measuring and/or loading	Correct function at typical load conditions
Recovery procedure	See 6.12 of IEC 60068-2-1:2007.
time	1 h minimum to 2 h maximum, all tests to be conducted during that period.
climatic conditions	Standard reference conditions as stated in Table 25.
power supply	Power supply switched off
Final measurement	According to 6.9.2

^a The manufacturer should declare the number of binary input circuits, and output relays energized and loading of communication ports, during the test.

6.9.3.3 Dry heat test – Maximum storage temperature

The dry heat storage test shall be performed to prove the resistance of the equipment to storage heat. See Table 20.

Table 20 – Dry heat test maximum storage temperature

Subject	Test conditions
Test reference	Test Bb of IEC 60068-2-2:2007
Preconditioning	According to the manufacturer's specifications
Initial measurement	According to 6.9.2
Conditions	Un-energized
Storage temperature	As per manufacturer's maximum specified storage temperature, value should be chosen from 6.5.2 of IEC 60068-2-2:2007. Maximum rate of change of temperature 1 °C per min, over a 5 min period
Accuracy	±2 °C (see 6.2 of IEC 60068-2-2:2007)
Humidity	According to 6.8.2 of IEC 60068-2-2:2007, test Bd
Duration of exposure	16 h minimum

Subject	Test conditions
Measuring and/or loading	Not applicable
Recovery procedure	See 6.11 of IEC 60068-2-2:2007.
time	1 h minimum to 2 h maximum, all tests to be conducted during that period.
climatic conditions	Standard reference conditions as stated in Table 25.
power supply	Power supply switched off
Final measurement	According to 6.9.2

6.9.3.4 Cold test – Minimum storage temperature

The cold storage test shall be performed to prove the resistance of the equipment to cold storage. See Table 21.

Table 21 – Cold test minimum storage temperature

Subject	Test conditions
Test reference	Test Ab of IEC 60068-2-1:2007
Preconditioning	According to the manufacturer's specifications
Initial measurement	According to 6.9.2
Conditions	Un-energized
Storage temperature	As per manufacturer's minimum specified storage temperature, value should be chosen from 6.6.1 of IEC 60068-2-1:2007. Maximum rate of change of temperature 1 °C per min, over a 5 min period
Accuracy	±3 °C (see 6.2 of IEC 60068-2-1:2007)
Humidity	Not applicable
Duration of exposure	16 h minimum
Measuring and/or loading	Not applicable
Recovery procedure	See 6.12 of IEC 60068-2-1:2007.
time	1 h minimum to 2 h maximum, all tests to be conducted during that period.
climatic conditions	Standard reference conditions as stated in Table 25.
power supply	Power supply switched off
Final measurement	According to 6.9.2

6.9.3.5 Change of temperature test

The change of temperature test shall be performed to prove the resistance of the equipment to rapid changes in temperature. See Table 22.

Table 22 – Change of temperature test

Subject	Test conditions
Test reference	Test Nb of IEC 60068-2-14:2009
Preconditioning	Stabilized in test chamber at 20 °C ± 2 °C, for 1 h
Initial measurement	According to 6.9.2
Conditions	During the test the equipment shall be continuously energized and operated at manufacturer's typical load specification ^a

Subject	Test conditions
Temperature	Lower temperature as per manufacturer's minimum specified operating temperature, value should be chosen from 6.6.1 of IEC 60068-2-1:2007. Upper temperature as per manufacturer's maximum specified operating temperature, value should be chosen from 6.5.2 of IEC 60068-2-2:2007. Test cycle, including ramp down and up as per IEC 60068-2-14:2009, Figure 2, ramp rate 1 °C/min ±0,2 °C/min, dwell at upper and lower temperatures 3 h.
Duration of exposure	5 cycles
Measuring and/or loading	Correct function at typical load conditions
Recovery procedure	See 6.11 of IEC 60068-2-2:2007.
time	1 h minimum, all tests to be conducted during that period.
climatic conditions	Standard reference conditions as stated in Table 25.
power supply	Power supply switched off
Final measurement	According to 6.9.2
^a The manufacturer should declare the number of binary input circuits, and output relays energized and loading of communication ports, during the test.	

6.9.3.6 Damp heat steady state test

The damp heat steady-state test shall be performed to prove the resistance of the equipment to prolonged exposure to high humidity atmospheres. See Table 23.

Table 23 – Damp heat steady state test

Subject	Test conditions
Test reference	Test Cab of IEC 60068-2-78:2001
Preconditioning	According to the manufacturer's specifications
Initial measurement	According to 6.9.2
Conditions	During the test the equipment shall be continuously energized and operated at manufacturer's typical load specification ^a
Temperature	As per manufacturer's claim (value should be chosen from Clause 5 of IEC 60068-2-78:2001)
Accuracy	±2 °C
Humidity	(93 ± 3) %
Duration of exposure	10 days minimum
Measuring and/or loading	Correct function at typical load conditions
Recovery procedure	See Clause 9 of IEC 60068-2-78:2001.
time	1 h minimum to 2 h maximum, all tests to be conducted during that period.
climatic conditions	Standard reference conditions as stated in Table 25.
power supply	Power supply switched off
Final measurement	According to 6.9.2
^a The manufacturer should declare the number of binary input circuits, and output relays energized and loading of communication ports, during the test.	

6.9.3.7 Damp heat cyclic (12 h+12 h) test

The damp heat cyclic test shall be performed to prove the resistance of the equipment to prolonged exposure to high humidity atmospheres. See Table 24.

Table 24 – Damp heat cyclic test

Subject	Test conditions
Test reference	Test Db of IEC 60068-2-30:2005
Preconditioning	1. Stabilized in test chamber at $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, $60\% \pm 10\%$ relative humidity. 2. After stabilization the relative humidity shall be increased to 95 % or greater within 1 h, whilst maintaining the same temperature
Initial measurement	According to 6.9.2
Conditions	During the test the equipment shall be continuously energized and operated at manufacturer's typical load specification ^a
Temperature	Lower temperature cycle $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$; Upper temperature cycle: equipment specified for indoor use: $+40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$; Equipment specified for outdoor use: $+55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$; Test cycle, including ramp up and down as per IEC 60068-2-30:2005, Figure 2a or 2b
Humidity	97 %, $-2\% +3\%$, at lower temperature; $93\% \pm 3\%$ at upper temperature; Test cycle, including ramp up and down as per IEC 60068-2-30:2005, Figure 2a or 2b
Duration of exposure	6 of 24 hours (12 h + 12 h) cycles
Measuring and/or loading	Correct function at typical load conditions
Recovery procedure	See Clause 9 of IEC 60068-2-78:2001.
time	1 h minimum to 2 h maximum, all tests to be conducted during that period.
climatic conditions	Standard reference conditions as stated in Table 25.
power supply	Power supply switched off
Final measurement	According to 6.9.2

^a The manufacturer should declare the number of binary input circuits, and output relays energized and loading of communication ports, during the test.

6.10 Mechanical performance

6.10.1 Vibration response and endurance (sinusoidal)

The EUT shall meet the requirements of IEC 60255-21-1. The test severity class shall be selected from either Table 1 or Table 2 of this standard to withstand the mechanical vibrations likely to be experienced in a particular transportation or type of use. The manufacturer shall declare the class selected.

6.10.2 Shock response, shock withstand and bump

The EUT shall meet the requirements of IEC 60255-21-2. The test severity class shall be selected from either Table 1 or Table 2 of this standard to withstand the mechanical shocks and bumps likely to be experienced in a particular transportation or type of use. The manufacturer shall declare the class selected.

6.10.3 Seismic

The EUT shall meet the requirements of IEC 60255-21-3. The test severity class shall be selected from either Table 1 or Table 2 to withstand the mechanical stresses likely to be experienced in seismic areas. The manufacturer shall declare the class selected.

6.11 Enclosure protection

Unless otherwise agreed, tests shall be carried out to confirm that the equipment case meets the manufacturer's claimed IP class in normal operational use. The tests shall be in accordance with those specified in IEC 60529 for the equipment case class.

7 Tests

7.1 General

The test equipment shall be calibrated to international traceable standards.

7.2 Test reference conditions

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under the conditions stated in Table 25.

Table 25 – Test reference conditions

Influence quantity	Reference conditions
Operating temperature	+20 °C ± 5 °C
Relative humidity	45 % to 75 % RH
Atmospheric pressure	86 kPa to 106 kPa
Auxiliary power supply	Rated power supply voltage ± 1 %
External continuous magnetic field	Induction equal to or less than 0,5 mT
D.c. component on a.c. voltage and current	As specified in lower level documents
Alternating component in d.c. auxiliary energizing quantities	Peak-ripple factor of 0 % to 15 % of rated d.c. values
Frequency	Rated frequency (50 Hz or 60 Hz) ± 0,2 %

7.3 Device reliability classes

Two reliability classes are defined for the execution of the tests¹:

Class 1: This reliability class is for communications devices used for general-purpose substation communications where temporary loss of communications and/or communications errors can be tolerated. All devices shall meet class 1 requirements unless class 2 is specified by the user or manufacturer.

Class 2: This reliability class is for communications devices used in substation communications where it is desired to have error-free, uninterrupted communications.

7.4 Communication conditions during tests

For reliability class 1 equipment, the manufacturer shall declare the communications conditions during testing. Although the bit rate and frame size of the communications conditions are not specified in this standard, there shall be communications underway in order to verify that, if disrupted, communications recover.

¹ Subclauses 7.3, 7.4 and 7.5 have been reprinted from IEEE 1613:2009, *IEEE standard environmental and testing requirements for communications networking devices installed in electric power substations*, with the permission of IEEE, Copyright 2009, by IEEE.

For reliability class 2 equipment, testing shall be conducted with devices under each communications profile shown in Table 26 or Table 27, as applicable.

Table 26 – Device communications profiles (conditions) during tests for Ethernet equipment with specified ranges of frame size (for example, an Ethernet switch)

Profile	Bit rate	Frame size	Frame rate (loading) (% of maximum) ^a	Comments
0	0	0	0	Idle condition (no communication)
1	maximum	maximum	30	Simulate typical loading
2	maximum	maximum	90	Simulate maximum loading
^a "% of maximum" refers to the average throughput maintained during the test compared with the maximum sustainable throughput. The maximum sustainable throughput is the rate above which error-free communication cannot be sustained by the unit under test under normal service conditions.				

Table 27 – Device communications profiles (conditions) during tests for serial devices without specified ranges of frame size (for example, serial media converters)

Profile	Bit rate	Comments
0	0	Idle condition (no communication)
1	30 % of maximum	Simulate typical loading
2	maximum	Simulate maximum loading

7.5 Conditions to be met (acceptance criteria)

7.5.1 General

The equipment shall be considered to have passed the tests if, during, or as a result of, the tests, all the conditions listed below are met for the reliability class of the device.

7.5.2 Conditions to be met by class 1 and class 2 devices

- a) No hardware damage occurs.
- b) No loss or corruption of stored memory or data, including active or stored settings, occurs.
- c) Device resets do not occur, and manual resetting is not required.
- d) No changes in the states of the electrical, mechanical, or communication status outputs occur. This includes alarms, status outputs, or targets.
- e) No erroneous, permanent change of state of the visual, audio, or message outputs results. Momentary changes of these outputs during the tests are permitted.
- f) During the tests, SCADA analog values shall not change by more than 2 % of full-scale values. After the test, accuracy shall revert to the manufacturer-claimed accuracy.

7.5.3 Additional condition to be met by class 1 devices

Established communications in accordance with 7.4 may be disrupted or sustain errors during the period of the tests. If disrupted, the communications recovers within the manufacturer's specified time period.

7.5.4 Additional condition to be met by class 2 devices

Established communications in accordance with 7.4 shall NOT be disrupted or experience errors during the period the tests are applied.

7.5.5 Equipment functioning

During and after the tests, the equipment shall be completely and accurately functional as designed, unless otherwise stated by the manufacturer, for the equipment to be considered as having passed the tests.

7.5.6 Exceptions

Exceptions to the acceptance criteria pertinent to the equipment shall be stated in the specifications of the equipment.

7.6 Test overview

The type testing shall be used to verify the new hardware/software designs against the product specification and standards. Once a product has been type tested it shall not be necessary to repeat the testing provided the design does not alter. Should a design change occur then a risk assessment shall be performed and documented to determine which type tests are still valid and which tests need to be repeated.

Type testing a product which is part of a product family shall be considered sufficient to cover the entire product family provided a documented risk assessment is carried out to determine which type tests are valid and which tests need to be repeated on the rest of the product family.

During the application of the EMC/mechanical/environmental tests, the equipment shall be in the state specified in the EMC, mechanical and/or environmental standards.

The manufacturer shall declare the conditions during EMC testing. Although communication conditions are not specified in this standard, there shall be communications underway in order to verify that, if disrupted, communications recover.

Type tests and routine tests shall be carried out according to Table 28.

Table 28 – Test overview

No.	Test items	Type test	Routine test	Standard	Subclause
1	Dimensions of structure and visual inspection	✓	✓	IEC 60297-3-101	6.1, 6.2, 6.3, 6.4
2	Functional requirements	✓	✓	Relevant IEC 61850 series	6.5
3	Product safety requirements – Clearance and creepage – IP rating – Impulse voltage – A.c. or d.c. dielectric voltage – Protective bonding resistance – Flammability – Single fault conditions	✓	✓	IEC 60255-27	6.6
4	EMC requirements – Emission – Immunity	✓		IEC 61000 series IEC 61000 series	6.7
5	Energizing quantities: – Burden	✓	✓	N/A	6.8

No.	Test items	Type test	Routine test	Standard	Subclause
6	Climatic environmental requirements – Cold storage – Cold operation – Dry heat storage – Dry heat operation – Change of temperature – Damp heat cyclic – Damp heat steady state	✓		IEC 60068-2-1 IEC 60068-2-1 IEC 60068-2-2 IEC 60068-2-2 IEC 60068-2-14 IEC 60068-2-30 IEC 60068-2-78	6.9
7	Mechanical requirements – Vibration – Shock – Bump – Seismic	✓		IEC 60255-21-1 IEC 60255-21-2 IEC 60255-21-2 IEC 60255-21-3	6.10
8	Enclosure protection	✓		IEC 60529	6.11

7.7 Test report content

A test report giving the test procedures and results shall always be produced.

The test report shall include at least the following basic information:

- a) title (e.g. “test report”);
- b) the name(s), function(s) and signature(s) or equivalent identification of person(s) authorizing the test report;
- c) the name and address of the laboratory, and the location where the tests were carried out, if different from the address of the laboratory;
- d) table of contents;
- e) unique identification of the test report (such as the serial number), and on each page an identification in order to ensure that the page is recognized as a part of the test report and a clear identification of the end of the test report;
- f) the name and address of the client (where applicable);
- g) a description of, the condition of, and unambiguous identification of the equipment;
- h) the date(s) of performance of the test;
- i) a statement of what tests were performed and to what international standards, including the dates;
- j) the acceptance criteria used;
- k) the tools and instrumentation used;
- l) the test conditions;
- m) the test results with, where appropriate, the units of measurement;
- n) where relevant, a statement to the effect that the results relate only to the equipment tested and possibly a product family.

In addition to the above basic information, test reports shall include the following information:

- o) the test method and procedures;
- p) the test conclusion(pass/fail);
- q) where appropriate and needed, opinions and interpretations.

8 Marking, labelling and packaging

The equipment should be marked and labelled in accordance with the requirements of 6.1.

The manufacturer shall ensure that the equipment is suitably packaged to withstand, without damage, reasonable handling and environmental conditions appropriate to the method(s) of transportation to the user's delivery address. The user shall visually inspect the equipment to ensure that it has not been damaged during transportation.

9 Rules for transport, storage, installation, operation and maintenance

The equipment should be stored and transported within the packaging materials supplied with the product and shall be installed in accordance with instructions given by the manufacturer.

10 Product documentation

Product documentation provided by the manufacturer shall specify instructions for transport, storage, installation, operation and maintenance.

The following are the most important points to be considered in the instructions to be provided by the manufacturer:

- detailed description of each protection function and its theory of operation;
- list of available settings and an explanation for each setting;
- product application guidelines;
- full technical data including environmental conditions;
- product safety instructions;
- conditions during transport, storage and installation;
- unpacking and lifting;
- assembly;
- mounting;
- connections;
- documentation relating to communications protocols;
- final installation inspection;
- commissioning;
- maintenance;
- failure reporting.

The product safety instructions should be included with the equipment in paper format. All other information can be supplied in electronic format.

Bibliography

IEC 60127-1, *Miniature fuses – Part 1: Definitions for miniature fuses and general requirements for miniature fuse-links*

IEC 60255-27:2005², *Measuring relays and protection equipment – Part 27: Product safety requirements*

IEC 60297-3-101, *Mechanical structures for electronic equipment – Dimensions of mechanical structures of the 482,6 mm (19 in) series – Part 3-101: Subracks and associated plug-in units*

IEC 60721-3-3, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 3: Stationary use at weatherprotected locations*

IEC/TS 61000-6-5:2001, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-5: Generic standards – Immunity for power station and substation environments*

² Withdrawn

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	71
1 Domaine d'application	73
2 Références normatives	73
3 Termes, définitions et abréviations	75
3.1 Termes et définitions	75
3.2 Abréviations	87
4 Conditions d'environnement	87
4.1 Généralités	87
4.2 Conditions environnementales normales	87
4.3 Conditions environnementales particulières	88
4.4 Conditions de stockage	88
5 Caractéristiques assignées	88
5.1 Généralités	88
5.2 Tension assignée – Tension auxiliaire de mise sous tension	89
5.2.1 Tensions alternatives	89
5.2.2 Tensions continues	89
5.2.3 Plage de fonctionnement	89
5.3 Entrée et sortie binaires	89
5.3.1 Entrée binaire	89
5.3.2 Sortie binaire	89
5.4 Charge assignée	89
5.5 Température ambiante assignée	89
6 Conception et construction	89
6.1 Marquage	89
6.1.1 Généralités	89
6.1.2 Identification	90
6.1.3 Alimentations auxiliaires, E/S	90
6.1.4 Fusibles	91
6.1.5 Bornes et appareils d'exploitation	92
6.1.6 Équipement protégé par une isolation double ou renforcée	92
6.1.7 Batteries	93
6.1.8 Marquage de tension d'essai	94
6.1.9 Marquages d'avertissement	95
6.1.10 Durabilité du marquage	96
6.2 Documentation	96
6.2.1 Généralités	96
6.2.2 Caractéristiques assignées de l'équipement	97
6.2.3 Installation de l'équipement	97
6.2.4 Mise en service et maintenance de l'équipement	98
6.2.5 Fonctionnement de l'équipement	98
6.3 Emballage	98
6.3.1 Généralités	98
6.3.2 Marquage de l'emballage	99
6.4 Dimensions	99
6.5 Exigences de performance fonctionnelle	99
6.6 Exigences de sécurité	100

6.6.1	Distances d'isolement et lignes de fuite	100
6.6.2	Caractéristiques IP	101
6.6.3	Tension de choc	102
6.6.4	Essai de tension diélectrique c.a. ou c.c.	104
6.6.5	Résistance de liaison de protection	106
6.6.6	Inflammabilité des matériaux d'isolation, des composants et de l'enveloppe ignifuge	107
6.6.7	Condition de premier défaut.....	110
6.7	Compatibilité électromagnétique (CEM)	113
6.7.1	Généralités	113
6.7.2	Environnement électromagnétique	113
6.7.3	Exigences et essais de type relatifs à l'immunité	113
6.7.4	Exigences et essais de type relatifs aux émissions	122
6.8	Essai de charge	123
6.8.1	Charge pour l'alimentation c.a.	123
6.8.2	Charge pour l'alimentation c.c.....	123
6.8.3	Charge pour entrée binaire	123
6.9	Performances climatiques	124
6.9.1	Généralités	124
6.9.2	Procédure de vérification	124
6.9.3	Essais environnementaux climatiques.....	125
6.10	Performance mécanique	130
6.10.1	Réponse et endurance aux vibrations (sinusoïdales)	130
6.10.2	Réponse aux chocs, tenue aux chocs et secousses.....	130
6.10.3	Tenue aux séismes.....	130
6.11	Protection de l'enveloppe	130
7	Essais	130
7.1	Généralités	130
7.2	Conditions de référence des essais.....	130
7.3	Classes de fiabilité d'appareils	131
7.4	Conditions de communication pendant les essais.....	131
7.5	Conditions à satisfaire (critères d'acceptation)	132
7.5.1	Généralités	132
7.5.2	Conditions à satisfaire par les appareils de classe 1 et 2	132
7.5.3	Condition supplémentaire à satisfaire par les appareils de classe 1	132
7.5.4	Condition supplémentaire à satisfaire par les appareils de classe 2	132
7.5.5	Fonctionnement de l'équipement	132
7.5.6	Exceptions	132
7.6	Vue d'ensemble des essais	133
7.7	Contenu du rapport d'essai	134
8	Marquage, étiquetage et emballage	135
9	Règles pour le transport, le stockage, le montage, l'installation, la manœuvre et la maintenance	135
10	Documentation du produit	135
	Bibliographie	136

Figure 1 – Exemple de centrale électrique et de poste: sélection des spécifications pour les appareils et les connexions associées	115
Figure 2 – Exemple de poste à isolation d'air (AIA): sélection des spécifications pour les appareils et les connexions associées	117
Tableau 1 – Conditions environnementales normales.....	87
Tableau 2 – Conditions environnementales particulières	88
Tableau 3 – Symboles	93
Tableau 4 – Symboles et marquage de la (des) tension(s) d'essai	95
Tableau 5 – Niveaux de courant en fonctionnement normal	101
Tableau 6 – Niveaux de charge ou d'énergie de capacité.....	102
Tableau 7 – Tensions d'essai c.a.....	105
Tableau 8 – Niveaux de courant en condition de premier défaut	112
Tableau 9 – Spécification pour l'immunité – Accès d'enveloppe	117
Tableau 10 – Spécifications pour l'immunité – Accès de signal	118
Tableau 11 – Spécifications pour l'immunité – Accès d'alimentation d'entrée c.a. basse tension et accès d'alimentation de sortie c.a. basse tension	119
Tableau 12 – Spécifications pour l'immunité – Accès d'alimentation d'entrée c.c. basse tension et accès d'alimentation de sortie c.c. basse tension	120
Tableau 13 – Spécifications pour l'immunité – Borne de terre fonctionnelle	121
Tableau 14 – Essais d'émission – Accès d'alimentation auxiliaire	122
Tableau 15 – Essais d'émission – Accès de télécommunication	122
Tableau 16 – Essais d'émission sous 1 GHz – Accès d'enveloppe à une distance de mesure de 10 m	122
Tableau 17 – Essais d'émission au-dessus de 1 GHz – Accès d'enveloppe à une distance de mesure de 3 m	122
Tableau 18 – Essai opérationnel de chaleur sèche	126
Tableau 19 – Essai de froid opérationnel	126
Tableau 20 – Essai de chaleur sèche – Température de stockage maximale	127
Tableau 21 – Essai de température de stockage à froid minimale	127
Tableau 22 – Essai de variation de température	128
Tableau 23 – Essai de chaleur humide en régime établi.....	128
Tableau 24 – Essai cyclique de chaleur humide	129
Tableau 25 – Conditions de référence des essais	130
Tableau 26 – Profils de communication des appareils pendant les essais pour les équipements Ethernet dans des plages de taille de trame spécifiées (par exemple, commutateurs Ethernet)	131
Tableau 27 – Profils de communication des appareils pendant les essais pour les appareils en série sans plages de taille de trame spécifiées (par exemple, convertisseurs de support série)	132
Tableau 28 – Vue d'ensemble des essais	133

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 3: Exigences générales

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 61850-3 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 2002. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) les exigences sont conformes avec celles des autres équipements utilisés dans un même environnement (par exemple, les relais de protection);
- b) la sécurité du produit ajoutée basée sur la CEI 60255-27;

c) exigences CEM complétées et conformes à la série CEI 60255 et la CEI 61000-6-5.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
57/1391/FDIS	57/1416/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.

Dans cette norme, les caractères suivants sont utilisés:

- les requêtes de conformité: en italique;
- les marquages: en gras et majuscules.

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

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.

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

Partie 3: Exigences générales

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61850 définit les exigences générales concernant principalement la construction, la conception et les conditions environnementales des IED et des systèmes de communication et d'automatisation dans les centrales électriques et les postes. Ces exigences générales correspondent aux exigences relatives aux IED utilisés dans des environnements similaires tels que par exemple les relais de mesure et les équipements de protection.

Lorsqu'un IED de communication ou d'automatisation fait partie intégrante d'un autre appareil dans la centrale ou le poste, les exigences environnementales relatives à l'appareil lui-même s'appliquent à l'équipement de communication.

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 60068-2-1:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essais A: Froid*

CEI 60068-2-2:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essais B: Chaleur sèche*

CEI 60068-2-14:2009, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essais N: Variation de température*

CEI 60068-2-30:2005, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle 12 h + 12 h)*

CEI 60068-2-78:2001, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

CEI 60255-21-1, *Relais électriques – Partie 21: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection – Section 1: Essais de vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60255-21-2, *Relais électriques – Partie 21: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection – Section 2: Essais de chocs et de secousses*

CEI 60255-21-3, *Relais électriques – Partie 21: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection – Section 3: Essais de tenue aux séismes*

CEI 60255-27:2013, *Relais de mesure et dispositifs de protection – Partie 27: Exigences de sécurité*

CEI 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel.* Disponible à l'adresse <<http://www.graphical-symbols.info/equipment>>

CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

CEI 60695-11-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontale et verticale à la flamme de 50 W*

CEI 60825-1, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

CEI 60990:1999, *Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection*

CEI 61000-4-2:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux décharges électrostatiques*

CEI 61000-4-3:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

CEI 61000-4-4:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

CEI 61000-4-5:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux ondes de choc*

CEI 61000-4-6:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

CEI 61000-4-8:2001, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

CEI 61000-4-11:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

CEI 61000-4-16:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-16: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux perturbations conduites en mode commun dans la gamme de fréquences de 0 Hz à 150 kHz*

CEI 61000-4-17:2009, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-17: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité à l'ondulation résiduelle sur entrée de puissance à courant continu*

CEI 61000-4-18:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-18: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité à l'onde oscillatoire amortie*

CEI 61000-4-29:2000, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-29: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension sur les accès d'alimentation en courant continu*

CEI 61010-1:2010, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Exigences générales*

CEI 61180-1:1992, *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension – Partie 1: Définitions, prescriptions et modalités relatives aux essais*

CEI 61180-2, *Techniques des essais à haute tension pour matériel à basse tension – Partie 2: Matériel d'essai*

CEI 61850 (toutes les parties), *Réseaux et systèmes de communication dans les postes*

CEI/TS 61850-2:2003, *Communication networks and systems in substations – Part 2: Glossary* (disponible en anglais seulement)

CEI 62271-1, *Appareillage à haute tension – Partie 1: Spécifications communes*

CISPR 22:2008, *Appareils de traitement de l'information – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

CISPR 24:2010, *Appareils de traitement de l'information – Caractéristiques d'immunité – Limites et méthodes de mesure*

ISO 780:1997, *Emballages – Marquages graphiques relatifs à la manutention des marchandises*

ISO 7000, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Symboles enregistrés*. Disponible à l'adresse <<http://www.graphical-symbols.info/equipment>>

ISO 9772, *Plastiques alvéolaires – Détermination des caractéristiques de combustion de petites éprouvettes en position horizontale, soumises à une petite flamme*

IEEE 1613:2009, *IEEE standard environmental and testing requirements for communications networking devices installed in electric power substations* (disponible en anglais seulement)

3 TERMES, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la CEI 61850-2 s'appliquent ainsi que les suivants.

3.1.1

partie accessible

partie que l'on peut toucher en utilisation normale au moyen d'un doigt d'épreuve rigide ou articulé normalisé tel que spécifié dans la CEI 60529

Note 1 à l'article: Le terme accessible en utilisation normale s'applique principalement à l'avant de l'équipement uniquement, pour les besoins de la présente norme.

Note 2 à l'article: Il convient de considérer qu'un circuit/réseau de communication qui peut être connecté et retiré du logement de l'armoire, de l'équipement ou qui se trouve à l'avant du panneau sans qu'il soit besoin d'ouvrir un couvercle ou un volet pour y accéder est accessible, c'est-à-dire qu'il convient qu'il s'agit d'un LEP, TBTP, TBTS ou équivalent.

[SOURCE: CEI 60050-442:1998, 442-01-15, modifiée — Les Notes 1 et 2 à l'article ont été ajoutées.]

3.1.2

circuits adjacents

circuits électriques séparés du circuit considéré par une isolation principale ou par une isolation double/renforcée

Note 1 à l'article: Les circuits séparés par plus d'une isolation double ou renforcée ne sont pas considérés comme adjacents.

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.2]

3.1.3

température de l'air ambiant

température, déterminée dans des conditions prescrites, de l'air qui entoure la totalité de l'équipement

Note 1 à l'article: Pour des équipements installés à l'intérieur d'une enveloppe, il s'agit de la température de l'air à l'extérieur de l'enveloppe.

Note 2 à l'article: La température ambiante est mesurée à mi-distance de tout équipement voisin, mais à pas plus de 300 mm du boîtier de l'équipement, à mi-hauteur de l'équipement, protégée du rayonnement direct de chaleur émis par l'équipement.

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.3]

3.1.4

automatisation

système d'automatisation

utilisation des systèmes de commande et des technologies de l'information pour réduire le travail humain nécessaire à la production, au transport et à la distribution d'énergie

3.1.5

barrière

barrière de protection électrique

partie assurant la protection contre les contacts directs dans toute direction habituelle d'accès

Note 1 à l'article: Les barrières peuvent fournir une protection contre la propagation du feu (voir Article 7).

[SOURCE: CEI 60050-826:2004, 826-12-23, modifiée — la Note 1 à l'article a été ajoutée.]

3.1.6

isolation principale

isolation des parties actives dangereuses pour assurer la protection principale

Note 1 à l'article: Ce concept ne s'applique pas à l'isolation utilisée exclusivement dans un but fonctionnel.

[SOURCE: CEI 60050-826:2004, 826-12-14]

3.1.7

surface frontière

surface externe du boîtier de l'équipement considérée comme si une feuille de métal était appliquée sur les surfaces accessibles en matière isolante

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.6]

3.1.8**équipement de classe I**

équipement doté d'une isolation principale permettant d'assurer une protection de base contre les chocs électriques et d'une liaison de protection pour assurer une protection contre les défauts, de sorte que les parties conductrices à l'extérieur du boîtier de l'équipement ne puissent pas devenir actives en cas de défaillance de l'isolation principale

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.7]

3.1.9**équipement de classe II**

équipement doté de

- une isolation principale pour la protection contre les chocs électriques, et
- une isolation supplémentaire pour la protection contre les défauts; ou
- dans lequel la protection principale et la protection contre les défauts sont fournies par une isolation renforcée

Note 1 à l'article: Il convient de ne prévoir aucun conducteur de protection et de ne pas s'en remettre aux conditions d'installation en ce qui concerne la sécurité. Il est toutefois permis de connecter un conducteur de terre à un équipement de classe II à des fins d'exploitation (par exemple de CEM).

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.8]

3.1.10**équipement de classe III**

équipement ou parties d'un équipement dans le(s)quel(les) la protection contre les chocs électriques repose sur l'alimentation à partir de circuits TBTS ou TBTP et dans le(s)quel(les) ne sont pas engendrées de tensions dangereuses

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.9]

3.1.11**distance d'isolement**

distance minimale mesurée dans l'air entre deux parties conductrices ou entre une partie conductrice et la surface frontière extérieure de l'équipement, qu'elle soit conductrice ou non

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.10]

3.1.12**indice de résistance au cheminement****IRC**

valeur numérique de la tension maximale, exprimée en volts, qu'un matériau peut supporter sans cheminer dans des conditions d'essai spécifiées

[SOURCE: CEI 60050-212:2010, 212-11-59]

3.1.13**circuit de communication****réseau de communication**

circuit/réseau de réception et/ou d'émission de signaux numériques ou analogiques

Note 1 à l'article: Il peut communiquer avec d'autres circuits par des moyens optiques, magnétiques ou à rayonnements électromagnétiques ou par des raccordements métalliques.

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.12]

3.1.14

ligne de fuite

distance minimale le long de la surface d'un matériau isolant solide entre deux parties conductrices ou entre une partie conductrice et la surface frontière (partie accessible) de l'équipement, mesurée le long de la surface d'isolation

[SOURCE: CEI 60050-151:2001, 151-15-50, modifiée — "ou entre une partie conductrice et la surface frontière (partie accessible) de l'équipement, mesurée le long de la surface d'isolation" a été ajouté]

3.1.15

contact direct

contact électrique d'une personne avec des parties actives

[SOURCE: CEI 60050-826:2004, 826-03-05 modifiée — "ou d'animaux" a été supprimé.]

3.1.16

double isolation

isolation comprenant à la fois une isolation principale et une isolation supplémentaire

Note 1 à l'article: Les isolations principale et supplémentaire sont séparées, chacune étant conçue pour une protection principale contre les chocs électriques.

[SOURCE: CEI 60050-195:1998, 195-06-08, modifiée — Note 1 à l'article a été ajoutée.]

3.1.17

TBT

très basse tension

circuits non primaires correspondant aux caractéristiques suivantes dans les conditions d'utilisation normale:

- ne dépassant pas 33 V en valeur efficace. c.a. ou 70 V c.c., et
- séparés de la TAD par au moins une isolation principale

EXEMPLE 1 Circuits non primaires.

EXEMPLE 2 Entrées et sorties analogiques/numériques conformes.

EXEMPLE 3 Connexions à des sorties TBT d'autres produits.

Note 1 à l'article: Il convient que les circuits TBT ne soient pas accessibles en conditions d'utilisation normale.

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, Tableau A.1]

3.1.18

enveloppe

enceinte assurant le type et le degré de protection appropriés pour l'application prévue

[SOURCE: CEI 60050-195:1998, 195-02-35]

3.1.19

équipement

matériel

appareil unique ou ensemble d'appareils ou ensemble des appareils principaux d'une installation ou tous les appareils nécessaires à l'exécution d'une tâche spécifique

Note 1 à l'article: Un transformateur de puissance, l'équipement d'un poste ou un équipement de mesure sont des exemples d'équipements.

Note 2 à l'article: Pour les besoins de la présente norme, l'équipement est un équipement de communication et d'automatisation de systèmes électriques.

[SOURCE: CEI 60050-151:2001, 151-11-25, modifiée — Note 2 à l'article a été ajoutée.]

**3.1.20
équipement en essai**

EUT

équipement soumis à un essai, y compris les accessoires éventuels, sauf spécification contraire

**3.1.21
partie conductrice exposée**

partie conductrice d'un équipement électrique accessible et qui n'est pas normalement sous tension mais peut le devenir en cas de premier défaut

Note 1 à l'article: Pour les équipements qui ne sont pas sous enveloppe, le cadre, les appareils de fixation, etc. peuvent former les parties conductrices exposées.

Note 2 à l'article: Pour les équipements sous enveloppe, les parties conductrices qui sont accessibles lorsque l'équipement est monté en position d'utilisation normale, y compris celles de sa surface de fixation, forment les parties conductrices exposées.

[SOURCE: CEI 60050-826:2004, 826-12-10, modifiée — Notes 1 and 2 à l'article ont été ajoutées.]

**3.1.22
enveloppe ignifuge**

partie d'un équipement destinée à minimiser la propagation du feu ou des flammes provenant de l'intérieur

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.19]

**3.1.23
mise à la terre fonctionnelle**

mise à la terre d'un ou plusieurs points dans un système, une installation ou un équipement pour des raisons autres que la sécurité électrique

[SOURCE: CEI 60050-195, Amendement 1:2001, 195-01-13]

**3.1.24
isolation fonctionnelle**

isolation entre parties conductrices, nécessaire au bon fonctionnement de l'équipement

[SOURCE: CEI 60050-195:1998, 195-02-41]

**3.1.25
niveau d'énergie dangereux**

niveau de puissance disponible supérieur ou égal à 240 VA pour une durée supérieure ou égale à 60 s, ou niveau de l'énergie emmagasinée supérieur ou égal à 20 J (par exemple à partir d'un ou plusieurs condensateurs), à un potentiel supérieur ou égal à 2 V

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.22]

**3.1.26
partie active dangereuse**

partie active à une tension supérieure à 33 V c.a.. ou 70 V c.c.

[SOURCE: CEI 60050-826:2004, 826-12-13, modifiée — Les valeurs de tension ont été ajoutées.]

3.1.27**TAD****tension active dangereuse**

tension de conditions de fonctionnement normales supérieure à 33 V c.a.. ou 70 V c.c.

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.23]

3.1.28**matériau plastique cellulaire de classe HBF**

matériau plastique cellulaire soumis à essai dans l'épaisseur significative la plus fine utilisée et classifié HBF conformément à l'ISO 9772

[SOURCE: CEI 60255-27:2005, 3.27]

3.1.29**matériau de classe HB40**

matériau soumis à essai dans l'épaisseur significative la plus fine utilisée et classifié HB40 conformément à la CEI 60695-11-10

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.25]

3.1.30**matériau de classe HB75**

matériau soumis à essai dans l'épaisseur significative la plus fine utilisée et classifié HB75 conformément à la CEI 60695-11-10

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.26]

3.1.31**haute fiabilité**

une partie ou un composant à haute fiabilité est considéré(e) comme ne montrant pas de défaillance au point d'entraîner un risque de danger au sens de la présente norme

Note 1 à l'article: Une partie ou un composant à haute fiabilité est considéré(e) comme n'étant pas sujet à une défaillance lorsqu'une condition de premier défaut est appliquée.

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.27]

3.1.32**circuit à énergie limitée**

circuit qui correspond aux paramètres définis dans la CEI 60255-27:2013, 7.12

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.28]

3.1.33**partie active**

conducteur ou partie conductrice destiné(e) à être placé(e) sous tension en utilisation normale, y compris conducteur neutre

Note 1 à l'article: Ce concept n'implique pas nécessairement un risque de choc électrique.

[SOURCE: CEI 60050-195:1998, 195-02-19, modifiée — "mais par convention, excepté le conducteur PEN, le conducteur PEM ou le conducteur PEL" a été supprimé.]

3.1.34**microenvironnement**

conditions ambiantes à proximité immédiate des distances d'isolement ou des lignes de fuite à l'étude, à l'exclusion de la pollution autoproduite résultant du fonctionnement normal de l'accessoire

Note 1 à l'article: C'est le microenvironnement des lignes de fuite ou des distances d'isolement et non l'environnement de l'équipement qui détermine l'effet sur l'isolation.

[SOURCE: CEI 60050-442:1998, 442-01-29, modifiée — la Note 1 à l'article a été modifiée.]

3.1.35**circuit non primaire**

circuit isolé électriquement de l'alimentation c.a. ou c.c. et des TT et TC externes

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.32]

3.1.36**utilisation normale**

équipement installé et fonctionnant dans des conditions opérationnelles normales, avec toutes les protections et les mesures protectrices en place

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.33]

3.1.37**catégorie de surtension**

nombre définissant une condition de surtension transitoire

Note 1 à l'article: Les catégories de surtension I, II, III sont utilisées.

Note 2 à l'article: Voir l'Article A.1 de la CEI 60255-27:2013 pour plus de détails sur les catégories de surtension.

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.35]

3.1.38**circuit LEP****circuit de liaison équipotentielle de protection**

circuits non primaires conformes aux limites de la tension TBT et aux caractéristiques suivantes:

- une protection principale contre les chocs électriques doit être fournie par une isolation principale isolant le circuit LEP de la tension TAD, et
- pour la protection en cas de défaut, le circuit PEB et les parties conductrices accessibles doivent être reliées à la borne de la terre de protection , et la liaison à cette terre doit être conforme à l'Article 6.6.5, ce qui empêchera l'apparition de tensions dangereuses dans le circuit LEP

EXAMPLE 1 Entrées et sorties analogiques/numériques directement connectées à un réseau/circuit de communications.

EXAMPLE 2 Connexions à des sorties LEP d'autres produits.

Note 1 à l'article: Voir la CEI 60255-27:2013, Figure A.3.

Note 2 à l'article: Les circuits PEB peuvent être accessibles et sûrs au toucher en conditions d'utilisation normale et en condition de premier défaut.

Note 3 à l'article: Les circuits LEP peuvent être considérés comme des circuits protégés par mise à la terre ou comme des parties accessibles mises à la terre selon la CEI 60255-27:2013, Tableau A.2.

3.1.39**circuit TBTP****circuit de très basse tension de protection**

circuits non primaires conformes aux limites de la tension TBT et aux caractéristiques suivantes:

- les circuits TBTP doivent être séparés de la TAD par une isolation double/renforcée, et
- les circuits TBTP peuvent être raccordés à la terre fonctionnelle, à la terre de protection, ou ont une possibilité de connexion à la terre

EXEMPLE 1 Entrées et sorties analogiques/numériques directement connectées à un réseau/circuit de communications.

EXEMPLE 2 sorties TBTP qui sont compatibles pour des connexions des sorties TBTP d'autres produits.

Note 1 à l'article: Voir la CEI 60255-27:2013, Figure A.2.

Note 2 à l'article: Les circuits TBTP peuvent être accessibles et sûrs au toucher en conditions d'utilisation normale et en condition de premier défaut.

3.1.40**pollution**

tout apport de matériau étranger solide, liquide ou gazeux qui peut entraîner une réduction permanente de la rigidité diélectrique ou de la résistivité de la surface de l'isolation

Note 1 à l'article: Les gaz ionisés de nature temporaire ne sont pas considérés comme une pollution.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-01-28]

3.1.41**degré de pollution**

nombre caractérisant la pollution prévue du microenvironnement

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.39]

3.1.42**degré de pollution 1**

normalement, pas de pollution ou seulement une pollution sèche non conductrice. Cette pollution n'a aucun effet

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.40]

3.1.43**degré de pollution 2**

normalement uniquement pollution non conductrice, si ce n'est qu'une conductivité temporaire provoquée par la condensation est attendue ponctuellement

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.41]

3.1.44**degré de pollution 3**

normalement pollution conductrice ou une pollution sèche non-conductrice, qui devient conductrice par de la condensation à prévoir

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.42]

3.1.45**degré de pollution 4**

normalement, pollution provoquant une conductivité persistante causée par de la poussière conductrice ou par de la neige ou de la pluie

[SOURCE: CEI 60255-27:2005, 3.43]

**3.1.46
circuit primaire**

circuit directement connecté à l'entrée d'alimentation c.a. ou c.c. Les circuits d'un équipement connectés aux TT ou aux TC sont également classés comme circuits primaires

Note 1 à l'article: Voir la CEI 60255-27:2013, Annexe B.

Note 2 à l'article: Les circuits de relais de mesure alimentés par une alimentation c.a. ou c.c. externe satisfaisant aux exigences relatives aux circuits TBT, tels ceux du Tableau A.1 de la CEI 60255-27:2013, peuvent être traités comme des circuits non primaires dès lors que les tensions transitoires ou de choc sur la sortie de l'alimentation ne dépassent pas les exigences de la Figure 2 de la CEI 61010-1:2010.

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.44]

**3.1.47
famille de produits**

gamme de produits basée sur une plateforme matérielle et/ou logicielle commune

[SOURCE: CEI 60255-1:2009, 3.17]

**3.1.48
liaison de protection**

connexion électrique de parties conductrices exposées ou d'un écran de protection destinée à fournir une continuité électrique au moyen de la connexion à un conducteur de protection externe qui est sécurisé à la terre

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.45]

**3.1.49
résistance de liaison de protection**

impédance entre la borne du conducteur de protection et une partie conductrice qu'il faut connecter au conducteur de protection

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.46]

**3.1.50
conducteur de protection**

conducteur prévu à des fins de sécurité, par exemple de protection contre les chocs électriques, au moyen d'une connexion électrique avec l'une des parties suivantes:

- borne principale de terre;
- parties conductrices exposées;
- prise de terre;
- point de l'alimentation relié à la terre ou au point neutre artificiel

[SOURCE: CEI 60050-195:1998, 195-02-09, modifiée — "au moyen d'une connexion électrique avec l'une des parties suivantes: borne principale de terre; parties conductrices exposées; prise de terre; point de l'alimentation relié à la terre ou au point neutre artificiel" a été ajouté.]

**3.1.51
mise à la terre de protection**

mise à la terre d'un point dans un équipement pour la protection contre les chocs électriques en cas de défaut

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.48]

3.1.52**impédance de protection**

impédance connectée entre parties actives et masse, de valeur telle que le courant, en utilisation normale et dans des conditions possibles de panne de l'équipement, soit limité à une valeur de sécurité, et qui est construite de façon telle que sa fiabilité soit maintenue au cours de la durée de vie de l'équipement

Note 1 à l'article: Il convient qu'une impédance de protection supporte l'essai de tenue de tension diélectrique pour la double isolation et il convient de la choisir en tenant compte de son mode de défaillance prédominant.

[SOURCE: CEI 60050-442:1998, 442-04-24, modifiée — "interrupteur électronique" a été remplacé par "équipement" et la Note 1 à l'article a été ajoutée.]

3.1.53**écran de protection****blindage de protection**

séparation de circuits électriques et/ou de conducteurs de parties actives dangereuses au moyen d'un écran de protection électrique connecté au système de liaison équipotentielle de protection et destiné à assurer une protection contre les chocs électriques

[SOURCE: CEI 60050-195, Amendement 1:2001, 195-06-18]

3.1.54**séparation de protection**

séparation entre deux circuits électriques au moyen:

- d'une double isolation, ou
- d'une isolation principale et d'un écran de protection électrique, ou
- d'une isolation renforcée

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.51]

3.1.55**tension assignée de tenue aux chocs**

valeur de tension de tenue aux chocs assignée par le fabricant à un équipement ou à une partie de celui-ci, qui définit la capacité de tenue de son isolation face aux surtensions transitoires et à laquelle se réfèrent les distances d'isolation

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.52]

3.1.56**tension assignée d'isolement****TAI**

valeur de tension assignée par le fabricant à un équipement ou à une partie de celui-ci, qui définit la capacité de tenue (à long terme) de son isolation et à laquelle se réfèrent les essais de tension diélectrique et les lignes de fuite

Note 1 à l'article: La tension assignée d'isolement n'est pas nécessairement égale à la tension assignée des équipements qui est principalement liée aux caractéristiques fonctionnelles.

Note 2 à l'article: La tension assignée d'isolement se réfère à l'isolation entre des circuits électriques.

Note 3 à l'article: Pour les distances d'isolation et l'isolation solide, la valeur de crête de la tension se produisant dans l'isolation ou la distance d'isolation est la valeur déterminante de la tension assignée d'isolement. Pour les lignes de fuite, la valeur efficace ou c.c. est la valeur déterminante.

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.53]

3.1.57**tension assignée**

valeur de tension assignée par le fabricant, pour un fonctionnement spécifié du composant, de l'appareil ou de l'équipement

Note 1 à l'article: L'équipement peut présenter plus d'une valeur de tension assignée ou bien une plage de tensions assignées.

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.54]

3.1.58**isolation renforcée**

isolation des parties actives dangereuses assurant un degré de protection contre les chocs électriques équivalents à celui d'une double isolation

Note 1 à l'article: L'isolation renforcée peut comporter plusieurs couches qui ne peuvent pas être soumises à essai séparément en tant qu'isolation principale ou isolation supplémentaire.

[SOURCE:CEI 60050-195:1998, 195-06-09]

3.1.59**zone à accès limité**

zone accessible uniquement aux personnes possédant des compétences en électricité et disposant de l'autorisation et des connaissances nécessaires en matière de danger pour la sécurité

Note 1 à l'article: Ces zones comprennent les installations de commutation fermées, les centrales de distribution, les cellules d'appareillages de commutation, les cellules de transformateurs, les systèmes de distribution dans des enveloppes métalliques ou d'autres installations fermées.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-04-04, modifiée — " et des connaissances nécessaires en matière de danger pour la sécurité " et la Note 1 à l'article ont été ajoutées.]

3.1.60**essai individuel de série**

essai de conformité effectué sur chaque entité en cours ou en fin de fabrication

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-17]

3.1.61**écran****blindage**

partie conductrice qui entoure ou sépare des circuits électriques et/ou des conducteurs

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.59]

3.1.62**circuit TBTS****circuit séparé/très basse tension de sécurité**

circuits non primaires conformes aux limites de la tension TBT et aux caractéristiques suivantes:

- les circuits TBTS doivent être séparés de la TAD par une isolation double/renforcée, et
- il n'y aura aucune possibilité de connexion à la terre

EXAMPLE 1 Entrées et sorties analogiques/numériques directement connectées à un réseau/circuit de communications non relié à la terre;

EXAMPLE 2 Connexions à des sorties TBTS d'autres produits.

Note 1 à l'article: Voir la CEI 60255-27:2013 Figure A.1. Ces circuits peuvent être accessibles en conditions normales d'utilisation et ils doivent pouvoir être touchés sans danger en condition de premier défaut.

Note 2 à l'article: Les circuits TBTS peuvent être accessibles et sûrs au toucher en condition d'utilisation normale et en condition de premier défaut.

Note 3 à l'article: La connexion d'une terre à un circuit TBTS n'est pas autorisée, par exemple la connexion au blindage d'un câble relié à la terre n'est pas autorisée. Là où c'est nécessaire, il convient que la définition du circuit change selon la CEI 60255-27:2013 Figure A.2 (TBTP).

3.1.63

isolation supplémentaire

isolation indépendante appliquée en plus de l'isolation principale de façon à fournir une protection contre les chocs électriques en cas de défaut de l'isolation principale

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-06-07, modifiée — "en tant que protection en cas de défaut" a été remplacé par "de façon à fournir une protection contre les chocs électriques en cas de défaut de l'isolation principale".]

3.1.64

cheminement

dégradation progressive de la surface d'un matériau isolant solide en raison de décharges locales, formant des chemins conducteurs ou partiellement conducteurs

Note 1 à l'article: Le cheminement se produit généralement en raison de la contamination de la surface.

[SOURCE: IEC 60050-212:2010, 212-11-56]

3.1.65

essai de type

essai d'un ou plusieurs appareils conduit selon une conception spécifique, dans le but de vérifier si ces appareils satisfont aux exigences de la norme concernée

[SOURCE: IEC 60050-851:2008, 851-12-05]

3.1.66

utilisateur

personne disposant de la formation et de l'expérience nécessaires à la connaissance des dangers auxquels elle est exposée lors du fonctionnement d'un appareil dans une zone à accès limité ainsi que des mesures à prendre pour minimiser le danger pour elle-même comme pour les autres

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.65]

3.1.67

tenue

état de survie de l'équipement aux conditions d'environnement ou d'essai imposées (par exemple, tension de tenue aux chocs)

[SOURCE: IEC 60255-27:2013, 3.66]

3.1.68

tension de service

valeur efficace la plus élevée de la tension en courant alternatif ou continu qui peut apparaître à travers n'importe quelle isolation lorsqu'un équipement est alimenté sous la tension assignée

Note 1 à l'article: Les transitoires sont négligées.

Note 2 à l'article: Les conditions en circuit ouvert et les conditions normales de fonctionnement sont prises en compte.

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, 3.67]

3.2 Abréviations

Pour les besoins du présent document, les abréviations suivantes s'appliquent.

c.a.	courant alternatif
AIA	appareillage à isolation d'air
c.c.	courant continu
AIG	appareillage de commutation à isolation gazeuse
IHM	interface homme – machine
IED	appareil électronique intelligent (<i>intelligent electronic device</i> , en anglais)
IP	protocole d'interconnexion (<i>interconnection protocol</i> , en anglais)
MTTF	temps moyen avant défaillance (<i>mean time to failure</i> , en anglais)
SCADA	système de supervision, contrôle et acquisition de données (<i>supervisory control and data acquisition</i> , en anglais)
SF6	hexafluorure de soufre
TCP	protocole de conduite du transport (<i>transport control protocol</i> , en anglais)

4 Conditions d'environnement

4.1 Généralités

L'Article 4 spécifie les conditions environnementales pour les équipements protégés contre les intempéries en utilisation à poste fixe, en maintenance et en réparation.

Lorsque l'équipement fait partie intégrante d'un appareillage à haute tension (par exemple, les composants du bus de procédé), la CEI 62271-1 doit s'appliquer.

4.2 Conditions environnementales normales

Les IED et les systèmes de communication et d'automatisation dans les environnements de centrale électrique et de poste sont destinés à être utilisés dans les conditions de service normales indiquées au Tableau 1.

Tableau 1 – Conditions environnementales normales

Paramètres de l'environnement		Conditions
Température ambiante ^a	Limite supérieure	≤ +55°C
	Limite inférieure	≥ -10°C ^d
Rayonnement solaire		Négligeable
Altitude		≤ 2000 m
Pollution de l'air par poussières, sel, fumée, gaz corrosifs ou inflammables, vapeurs		Aucune pollution de l'air significative ^c
Humidité relative: 24 h en moyenne		Entre 5 % et 95 % ^b
Vibrations, tremblements de terre		Conforme à la série CEI 60255-21, classe d'environnement 0 ou 1
Perturbations électromagnétiques		Environnement électromagnétique défini par l'emplacement d'utilisation

- ^a La température ambiante est la température maximale ou minimale autour de l'enveloppe de l'IED. Les limites de température peuvent être plus ou moins strictes selon le type de climat et le type d'emplacement protégé des intempéries où est monté l'IED. Par conséquent, il convient que l'équipement soit capable de fonctionner sous l'une des plages normalisées préférées de température énumérées en 5.5.
- ^b Ces conditions correspondent aux valeurs maximales données pour les classes 3C1 et 3S1 de la CEI 60721-3-3.
- ^c Il n'est pas tenu compte de la condensation ni de la glace.
- ^d L'affichage peut s'assombrir ou devenir illisible à basse température; toutefois cette condition n'affecte pas le bon fonctionnement de la protection ni des autres fonctions.

4.3 Conditions environnementales particulières

Lorsque l'équipement est utilisé dans des conditions différentes des conditions environnementales données au Tableau 1, l'utilisateur doit se référer au Tableau 2. Dans ce cas, il doit avoir accord entre le fabricant et l'utilisateur.

Tableau 2 – Conditions environnementales particulières

Paramètres de l'environnement	Conditions
Température ambiante ^a	Limite supérieure
	< -10°C ^f
Altitude	> 2000 m ^b
Pollution de l'air par poussières, sel, fumée, gaz corrosifs ou inflammables, vapeurs	Aucune pollution de l'air significative ^c
Humidité relative: 24 h en moyenne	> 95 % ^d
Vibrations, tremblements de terre	Conforme à la série CEI 60255-21, classe d'environnement 2 ^e
Perturbations électromagnétiques	Environnement électromagnétique défini par l'emplacement d'utilisation

^a La température ambiante est la température maximale ou minimale autour de l'enveloppe de l'IED.

^b Pour les altitudes supérieures à 2 000 m, les utilisateurs doivent consulter la CEI 60664-1.

^c Ces conditions correspondent aux valeurs maximales données pour les classes 3C2 et 3S2 de la CEI 60721-3-3.

^d Dans des conditions intérieures tropicales, la valeur moyenne de l'humidité relative mesurée pendant une période de 24 h peut être égale à 98 %.

^e Cette classe de sévérité concerne les relais de mesure et les équipements de protection pour lesquels une marge de sécurité très élevée est requise ou lorsque le niveau de chocs sismiques est très élevé.

^f L'affichage peut s'assombrir ou devenir illisible à basse température; toutefois cette condition n'affecte pas le bon fonctionnement de la protection ni des autres fonctions.

4.4 Conditions de stockage

Les IED de communication et d'automatisation sont destinés à être stockés dans l'emballage fourni. La plage de températures de stockage doit être choisie parmi les plages données en 5.5 et déclarées par le fabricant.

5 Caractéristiques assignées

5.1 Généralités

Les valeurs assignées énumérées ci-dessous sont les valeurs préférées à des fins de spécification. D'autres valeurs peuvent être adoptées selon les conditions d'e fonctionnement et d'utilisation.

5.2 Tension assignée – Tension auxiliaire de mise sous tension

5.2.1 Tensions alternatives

Les valeurs assignées préférées des tensions alternatives, exprimées en valeur efficace, sont données ci-dessous, ainsi que ces valeurs multipliées par 3 ou 1/3:

100 V; 110 V; 115 V; 120 V; 200 V; 230 V.

5.2.2 Tensions continues

Les valeurs assignées préférées des tensions continues sont données ci-dessous:

12 V; 24 V; 48 V; 60 V; 110 V; 125 V; 220 V; 250 V.

5.2.3 Plage de fonctionnement

La plage de fonctionnement préférée est comprise entre 80 % et 110 % de la tension assignée.

5.3 Entrée et sortie binaires

5.3.1 Entrée binaire

Le fabricant doit déclarer les caractéristiques assignées.

5.3.2 Sortie binaire

Le fabricant doit déclarer les caractéristiques assignées.

5.4 Charge assignée

La charge pour l'alimentation (courant alternatif comprenant facteur de puissance/courant continu) au repos et à la charge maximale.

Le courant d'appel de démarrage maximal des circuits d'alimentation doit être déclaré également.

5.5 Température ambiante assignée

Sauf indication contraire, la température ambiante assignée préférée est comprise entre -10 °C et +55 °C pour le fonctionnement de l'équipement. Les autres valeurs recommandées sont les suivantes:

-5 °C à +40 °C	0 °C à +40 °C	0 °C à +45 °C	-10 °C à +50 °C
-25 °C à +40 °C	-20 °C à +55 °C	25 °C à +55 °C	-20 °C à +60 °C
-20 °C à +70 °C	-25 °C à +70 °C	-30 °C à +65 °C	-40 °C à +70 °C

6 Conception et construction

6.1 Marquage

6.1.1 Généralités

Lorsqu'il est monté en position de fonctionnement normal, il convient que l'équipement porte si possible des marquages conformes aux 6.1.2 à 6.2 compris. Ces marquages doivent si possible être visibles de l'extérieur de l'équipement ou être visibles en enlevant un couvercle

ou en ouvrant un orifice sans l'aide d'un outil, si le couvercle ou l'orifice est destiné à être retiré par l'utilisateur.

Lorsque, en raison d'un espace limité, il n'est pas possible que ces marquages soient visibles dans la position de fonctionnement normal ni positionnés ailleurs sur l'équipement, une explication de ces symboles doit être incluse dans la documentation de l'équipement (voir Tableau 3 pour une description des symboles).

Pour les équipements sur baie ou panneau, les marquages sont autorisés sur toute surface qui devient visible après le retrait de l'équipement de la baie ou du panneau.

Les marquages qui s'appliquent à l'équipement dans son ensemble ne doivent pas être placés sur des parties pouvant être retirées par l'utilisateur sans l'aide d'un outil.

Les marquages indiqués à l'Article 6 doivent être considérés comme relatifs à la sécurité.

DANS LA MESURE DU POSSIBLE, LE MARQUAGE DE SÉCURITÉ DOIT ÊTRE PRIORITAIRE SUR TOUT MARQUAGE FONCTIONNEL.

6.1.2 Identification

L'équipement doit au minimum porter les marquages suivants:

- le nom ou la marque de fabrique du fabricant ou du fournisseur;
- la référence du modèle ou du type;
- si, un équipement portant la même désignation distinctive (numéro de modèle) est fabriqué en plusieurs endroits, le lieu de fabrication.

Le marquage du lieu de fabrication peut être codé.

Les marquages ci-dessus représentent les exigences obligatoires minimales relatives au marquage de l'équipement.

La conformité aux 6.1.1 et 6.1.2 doit être contrôlée par inspection.

6.1.3 Alimentations auxiliaires, E/S

6.1.3.1 Exigences générales de marquage

Concernant le marquage, il convient de prendre en compte ce qui suit:

- c.a. – avec le symbole 2 du Tableau 3 et la fréquence ou la gamme de fréquences assignée;
- c.c. – avec le symbole 1 du Tableau 3;
- symbole 3 du Tableau 3 sur l'équipement pour l'alimentation c.a. et c.c.;
- un trait d'union (-) doit servir à séparer les tensions nominales inférieure et supérieure, par exemple 125 V-230 V;
- la charge en watts (puissance active) ou en voltampères (puissance apparente) du courant d'entrée assigné, avec tous les accessoires ou modules enfichables connectés.

La documentation doit préciser la charge de chaque entrée numérique, des relais de sorties et autres accès d'E/S de charge importante, afin que l'utilisateur puisse calculer la charge de pire cas pour l'application de l'équipement.

Les valeurs doivent être mesurées alors que l'équipement est alimenté à la tension nominale mais non opérationnel.

La valeur mesurée ne doit pas dépasser la valeur marquée de plus de 10 %;

- la ou les tension(s) d'alimentation assignée(s) ou la plage de tensions d'alimentation assignées.

Si l'équipement peut être utilisé sous plusieurs plages de tension, les plages de tension séparées doivent être marquées, sauf si leurs valeurs maximale et minimale ne diffèrent pas de plus de 20 % de la valeur moyenne.

Si un utilisateur peut définir plusieurs tensions d'alimentation assignées sur l'équipement, un moyen d'indication de la tension définie doit être prévu sur l'équipement. Si une modification du réglage de l'alimentation c.a. ou c.c. peut être exécutée sans l'aide d'un outil, alors l'action de modification du réglage doit également modifier l'indication.

6.1.3.2 Alimentation auxiliaire

Les informations suivantes doivent être fournies sur l'équipement et dans la documentation:

- alimentation c.a. et/ou c.c.;
- les valeurs assignées.
- dans la documentation:
- la charge.

6.1.3.3 Entrées

Les informations suivantes doivent être fournies dans la documentation:

- alimentation c.a. et/ou c.c.;
- les valeurs assignées;
- la charge sur l'entrée d'alimentation.

6.1.3.4 Sorties

Les informations suivantes doivent être fournies dans la documentation:

- le type de sortie, par exemple relais, coupleur optique, etc.;
- la charge sur l'entrée d'alimentation;
- la capacité de commutation marche/arrêt;
- la tension de commutation;
- le courant admissible, valeur continue et valeur de courte durée pour 1 s;
- la tension de tenue sur les contacts ouverts.

La conformité aux 6.1.3.1 à 6.1.3.4 est contrôlée par inspection ou mesure.

6.1.4 Fusibles

Lorsqu'un fusible d'équipement remplaçable est utilisé, le courant assigné et le type de fusible (par exemple l'indication de la vitesse de rupture) doivent être marqués à côté du fusible et des détails doivent être fournis dans le manuel de l'utilisateur. Si le fusible est soudé dans la carte de circuit imprimé ou s'il n'y a pas suffisamment d'espace sur la carte, les détails concernant le fusible peuvent être fournis dans le manuel de l'utilisateur uniquement.

Il convient d'utiliser les codes de vitesse de rupture de la CEI 60127-1, comme suit:

- très rapide: FF ou noir;
- rapide: F ou rouge;
- temporisé moyen: M ou jaune;
- temporisé: T ou bleu;
- temporisé long: TT ou gris.

Les fusibles d'un équipement impossibles à remplacer par l'utilisateur doivent porter les mêmes informations que ci-dessus, qui doivent être données dans la documentation de l'équipement.

Les caractéristiques assignées recommandées des fusibles de protection ou d'autres appareils de protection externes nécessaires à la sécurité de l'équipement dans des conditions de premier défaut doivent être détaillées dans la documentation technique et d'installation de l'équipement.

La conformité avec 6.1.4 doit être contrôlée par inspection.

6.1.5 Bornes et appareils d'exploitation

Lorsque la sécurité l'exige, une indication utilisant des mots, des numéros ou des symboles doit être donnée relativement à l'objet de l'ensemble des bornes, connecteurs, contrôleurs et indicateurs, y compris toute séquence d'exploitation. Lorsqu'il n'y a pas suffisamment d'espace, il est autorisé d'utiliser le symbole 14 du Tableau 3. Dans ce cas, les informations associées doivent être données dans la documentation de l'équipement.

Les bornes de connexion d'entrée d'alimentation c.a. ou c.c. doivent être identifiables.

Les autres bornes et appareils d'exploitation doivent être marqués comme suit: il convient que les marquages soient adjacents à la borne ou placés dessus mais il convient de préférence qu'ils ne soient pas placés sur une partie qui peut être retirée sans l'aide d'un outil.

- Bornes de terre fonctionnelles avec le symbole 5 du Tableau 3.
- Bornes de terre de protection avec le symbole 6 du Tableau 3.

Si la borne d'un conducteur de protection fait partie d'un composant (par exemple un bloc de connexion) ou d'un sous-ensemble et que l'espace est insuffisant, alors elle peut être marquée du symbole 5 du Tableau 3.

Il convient que le marquage ne soit pas placé sur des fixations facilement remplaçables telles que des vis. Lorsque les connexions de puissance et de terre sont fournies par une fiche ou un support, il n'existe pas d'exigence relative au marquage de la connexion de terre d'un tel appareil.

Il est permis de connecter les bornes de circuit conçues pour être accessibles, flottant à une tension qui n'est pas une tension active dangereuse, à une borne ou un système de terre fonctionnel(le) commun(e) (par exemple un système d'écran coaxial). Cette borne doit être marquée du symbole 7 du Tableau 3 si cette connexion n'est pas évidente.

Si l'équipement contient des lasers ou des diodes à infrarouge haute intensité de classe 2 ou plus et que la sortie de ceux-ci peut être vue dans des conditions d'utilisation normale ou de maintenance, l'équipement doit être marqué conformément à la CEI 60825-1.

La conformité avec 6.1.5 doit être contrôlée par inspection.

6.1.6 Équipement protégé par une isolation double ou renforcée

Un équipement entièrement protégé par une isolation double ou renforcée doit être marqué du symbole 11 du Tableau 3, sauf si cet équipement est muni d'une borne de conducteur de protection ou si une connexion de terre fonctionnelle (par exemple via un écran câblé) peut être réalisée sur l'équipement en utilisation normale.

Un équipement qui n'est que partiellement protégé par une isolation double ou renforcée, ne doit pas porter le symbole 11 du Tableau 3.

NOTE L'isolation principale est acceptable dans les bornes d'un équipement de classe d'isolation II si elle est accessible uniquement dans les conditions de maintenance.

La conformité avec 6.1.6 doit être contrôlée par inspection.

6.1.7 Batteries

6.1.7.1 Batteries remplaçables

Si l'équipement possède des batteries remplaçables et que le remplacement de celles-ci par des batteries d'un type inapproprié pouvait entraîner une explosion (par exemple dans le cas de certains types de batteries au lithium), alors

- si un utilisateur peut accéder aux batteries, un marquage doit se trouver près de la batterie ou une déclaration dans les instructions d'exploitation ainsi que dans les instructions d'entretien;
- si la batterie est placée ailleurs dans l'équipement, le marquage est requis; il doit se trouver à côté de la batterie ou dans une déclaration dans les instructions d'entretien.

Le marquage ou la déclaration doivent être similaires à ce qui suit:

ATTENTION – Risque d'incendie en cas de remplacement par une batterie de type ou de polarité inapproprié(e). Mettre au rebut les batteries usées conformément aux instructions.

Lorsque l'espace sur l'équipement est limité, l'utilisation du symbole 14 du Tableau 3 est autorisée.

La polarité de la batterie doit être marquée sur l'équipement sauf si une batterie de polarité inappropriée ne peut pas être insérée.

6.1.7.2 Charge

Un équipement disposant de dispositifs de recharge des batteries internes dans lesquels des cellules non rechargeables pourraient être montées et connectées dans le compartiment de la batterie doit être marqué sur ou à proximité de ce compartiment afin d'avertir contre la charge de batteries non rechargeables. Cet avertissement doit également indiquer le type de batterie rechargeable qui doit être utilisé dans le circuit de recharge.

Lorsque l'espace est insuffisant, cette information doit être donnée dans la documentation de l'équipement. Dans ce cas, il est préférable que le symbole 14 du Tableau 3 soit adjacent à la batterie.

La conformité aux 6.1.7.1 et 6.1.7.2 doit être contrôlée par inspection.

Tableau 3 – Symboles

Numéro	Symbol	Publication	Description
1		CEI 60417- 5031 (2002-10)	Courant continu
2		CEI 60417- 5032 (2002-10)	Courant alternatif
3		CEI 60417-5033 (2002-10)	Courant continu et alternatif
4		CEI 60417-5032-1 (2002-10)	Courant alternatif triphasé

Numéro	Symbole	Publication	Description
5		CEI 60417- 5017 (2006-08)	Borne de terre
6		CEI 60417- 5019 (2006-08)	Borne de conducteur de protection
7		CEI 60417-5020 (2002-10)	Borne de cadre ou châssis
8		CEI 60417- 5021 (2002-10)	Équipotentialité
9A		CEI 60417- 5007 (2002-10)	Marche (Alimentation)
9B		CEI 60417- 5008 (2002-10)	Arrêt (Alimentation)
10		CEI 60417- 5010 (2002-10)	Marche/Arrêt (Alimentation)
11		CEI 60417- 5172 (2003-02)	Équipement entièrement protégé par une isolation double ou une isolation renforcée (équivalente à la classe II de la CEI 61140)
12		CEI 60417- 5036 (2002-10)	Attention, risque de choc électrique
13		CEI 60417- 5041 (2002-10)	Attention, surface chaude
14		ISO 7000-0434 (2004-01)	Attention, voir la documentation
15		ISO 7000-017(2004-01)	230/110 V AUTO ou 230/110 V

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, Tableau 10]

NOTE 1 Il convient de se référer à la CEI 60417-1 pour les dimensions des symboles d'avertissement.

NOTE 2 Les exigences relatives aux couleurs pour les symboles 12, 13 et 14 ne s'appliquent pas aux marquages sur un équipement si le symbole est moulé ou gravé à une profondeur ou une hauteur de 0,5 mm ou si le symbole et son contour sont d'une couleur qui contraste avec l'arrière-plan.

6.1.8 Marquage de tension d'essai

Les symboles indiqués au Tableau 4 doivent être utilisés pour le marquage de la ou des tension(s) d'essai si le fabricant choisit de marquer l'équipement.

Tableau 4 – Symboles et marquage de la (des) tension(s) d'essai

Tension d'essai diélectrique	Symbole
Tension d'essai 500 V	
Tension d'essai supérieure à 500 V (par exemple 2 kV)	
Tension d'essai de choc	Symbole
Tension d'essai 1 kV	
Tension d'essai 5 kV	

[SOURCE: CEI 60255-27:2013, Tableau 11]

6.1.9 Marquages d'avertissement

De manière générale, pour les équipements sur baie ou panneau, les marquages sont autorisés sur toute surface qui devient visible après le retrait de l'équipement de la baie ou du panneau.

Ceci s'applique également à la plaque arrière de l'équipement monté sur baie ou sur panneau lorsque l'espace est insuffisant pour les marquages d'avertissement. Dans ce cas, les symboles 14 et/ou 12 du Tableau 3 doivent être utilisés, le plus près possible de la plaque arrière.

Lorsque l'accès en utilisation normale présente un risque de choc électrique, le symbole 12 du Tableau 3 pour marquage d'avertissement doit être utilisé; il doit être visible soit du panneau avant, soit après le retrait d'un couvercle ou l'ouverture d'une porte ou d'un volet sans l'aide d'un outil.

S'il est nécessaire que l'utilisateur se réfère à la documentation de l'équipement ou aux instructions, l'équipement doit être marqué du symbole 14 du Tableau 3.

Si la documentation de l'équipement indique que l'utilisateur peut accéder, à l'aide d'un outil, à une quelconque partie qui en utilisation normale peut être une partie active dangereuse, l'équipement doit porter un avertissement déclarant que l'équipement doit être isolé ou déconnecté d'une tension active dangereuse avant d'y accéder.

La taille des marquages d'avertissement doit être comme suit:

- les symboles doivent être hauts de 2,75 mm au moins. Le texte doit être haut de 1,5 mm au moins et d'une couleur contrastant avec l'arrière-plan;
- les symboles ou les textes moulés, estampés ou gravés dans un matériau doivent être hauts de 2,0 mm au moins. Si leur couleur n'est pas contrastée, ils doivent être profonds ou hauts de 0,5 mm au moins.

Pour les exigences relatives aux batteries, voir 6.1.8.

Il convient que les marquages ne soient pas placés en bas de l'équipement, sauf sur les équipements portables ou lorsque l'espace est limité.

La conformité aux 6.1.8 et 6.1.9 doit être contrôlée par inspection.

6.1.10 Durabilité du marquage

Tous les marquages doivent rester clairs et lisibles dans les conditions d'utilisation normale et doivent résister aux effets des agents de nettoyage comme spécifié par le fabricant. Ceci doit également comprendre les effets de la lumière naturelle ou artificielle.

Un adhésif permanent doit être utilisé pour fixer les étiquettes adhésives.

Après les essais de conformité, ces étiquettes ne doivent pas se décoller et les coins et les bords ne doivent pas se recourber.

La conformité doit être contrôlée par inspection et en frottant à la main et sans pression excessive:

- pendant 15 s avec un tissu trempé dans un ou des agent(s) nettoyant(s), comme spécifié par le fabricant;
- avec de l'eau si aucun agent n'est spécifié.

6.2 Documentation

6.2.1 Généralités

La documentation de l'équipement doit identifier clairement l'équipement et inclure le nom et l'adresse du fabricant ou de son agent. Les informations de sécurité doivent être délivrées avec l'équipement.

Sur demande, le fabricant doit fournir une documentation qui comprend les spécifications techniques, les instructions de mise en service et d'utilisation de l'équipement. Le cas échéant, la documentation doit traiter de l'étalonnage, de la maintenance, de l'évacuation et de la mise hors service ultérieures sécurisées de l'équipement et de toutes ses parties remplaçables.

Sur demande, les fabricants doivent fournir la documentation relative aux essais de type et aux essais de série de l'équipement.

Le cas échéant, les déclarations d'avertissement et une explication claire des symboles d'avertissement marqués sur l'équipement doivent être incluses dans la documentation. En particulier, lorsque le symbole 14 du Tableau 3 est utilisé, il doit exister une déclaration stipulant que la documentation doit être consultée afin d'établir la nature de tout danger potentiel et les actions qu'il est nécessaire d'entreprendre pour éliminer ou supprimer ce danger.

La documentation doit inclure les éléments suivants:

- une déclaration disant que l'utilisateur doit assurer l'intégrité de toutes les connexions de conducteur de protection avant d'entreprendre toute autre action;
- une déclaration disant que l'utilisateur doit également vérifier les caractéristiques assignées, les instructions d'exploitation et les instructions d'installation de l'équipement avant la mise en service ou la maintenance;
- les informations spécifiées en 6.2.2 à 6.2.5;
- l'utilisation prévue de l'équipement.

6.2.2 Caractéristiques assignées de l'équipement

6.2.2.1 Généralités

La documentation de l'équipement doit inclure les éléments suivants:

- la catégorie d'installation (catégorie de surtension) à laquelle l'équipement est destiné (ceci est lié à la capacité de l'équipement à supporter les surtensions transitoires);
- la tension ou plage de tensions d'alimentation, la fréquence ou plage de fréquences et la puissance ou le courant assigné(e) de l'équipement;
- il convient d'indiquer également l'écart autorisé par rapport à la valeur fonctionnelle nominale, par exemple les tensions fonctionnelles inférieure et supérieure;
- une description de toutes les connexions d'entrée et de sortie.

6.2.2.2 Fusibles et appareils de protection externes

Le type, le courant assigné et la tension assignée de tout fusible interne doit être indiqué conformément à 6.1.4. Ceci doit comprendre tout fusible auquel l'utilisateur peut accéder ou non pour le remplacer.

Le type de fusible ou d'autre moyen de protection recommandé doit prendre en compte la capacité de commutation et la vitesse de coupure.

Le type, le courant assigné et la tension assignée de tout fusible ou appareil de protection externe requis pour une exploitation sécurisée de l'équipement doivent être indiqués dans la documentation du produit.

Lorsqu'il convient qu'un commutateur, un disjoncteur ou un autre appareil de protection externe soit connecté près de l'équipement, ceci doit être indiqué.

6.2.2.3 Exigence environnementale

La documentation de l'équipement doit inclure les éléments suivants:

- les caractéristiques IP assignées à l'avant de l'équipement lorsqu'il est monté en position d'utilisation normale;
- le degré de pollution de l'équipement, par exemple le degré de pollution 2 lorsqu'il est monté en position d'utilisation normale.

La classe d'isolation de l'équipement, par exemple la classe I lorsqu'il est monté en position d'utilisation normale.

La conformité avec les 6.2.1 à 6.2.2.2 est contrôlée par inspection.

6.2.3 Installation de l'équipement

Aux fins d'installation, la documentation de l'équipement doit comprendre, le cas échéant:

- les instructions relatives au montage sécurisé de l'équipement, y compris les exigences spécifiques d'emplacement et de montage;
- les instructions relatives à la mise à la terre de protection de l'équipement. Ceci doit comprendre une recommandation de la taille du fil à utiliser et une déclaration indiquant qu'il convient de ne pas retirer les connexions à la terre de protection lorsque l'équipement est sous tension;
- toutes les exigences de ventilation spécifiques doivent être indiquées. Ceci correspond à la chaleur dissipée par l'équipement;

- le fabricant doit également indiquer le nombre maximal ou le pourcentage de circuits d'entrée numériques et de relais de sortie qui peuvent être mis sous tension simultanément à la température ambiante maximale;
- type de fil, taille et caractéristiques assignées nécessaires à l'installation correcte de l'équipement;
- informations sur les exigences et la spécification de tous les appareils externes requis pour le bon fonctionnement de l'appareil, voir 6.2.2.1.

La conformité avec 6.2.3 est contrôlée par inspection.

6.2.4 Mise en service et maintenance de l'équipement

Les instructions sur l'équipement données à l'utilisateur concernant la maintenance préventive et l'inspection doivent être suffisamment détaillées pour assurer la sécurité de ces procédures. Les instructions doivent comprendre des recommandations relatives à la mise à la terre de sécurité et à la mise hors tension de l'équipement, le cas échéant.

Les éléments suivants doivent également être inclus le cas échéant.

- Les instructions pour la recherche de pannes et la réparation, lorsqu'elles s'appliquent à un utilisateur, doivent être données dans la mesure nécessaire à l'exploitation et à la maintenance.
- Le fabricant doit spécifier toutes les parties qui doivent être examinées ou fournies uniquement par le fabricant ou son agent.
- Le fabricant doit spécifier les méthodes sécurisées pour le changement et l'évacuation
 - de tous les fusibles accessibles à l'utilisateur, y compris le type et les caractéristiques assignées selon 6.1.4;
 - de toutes les batteries remplaçables, par exemple les batteries au lithium et/ou les remplacements appropriés le cas échéant;
 - pour la méthode de recharge et/ou de remplacement sécurisé(e) des batteries rechargeables avec les recommandations de remplacements appropriés le cas échéant;
 - l'utilisateur doit être averti que les appareils de sortie de communication à fibre optique sont fixés; il convient que ceux-ci ne soient pas directement visibles.

La conformité avec 6.2.4 est contrôlée par inspection.

6.2.5 Fonctionnement de l'équipement

Les instructions d'exploitation pour l'équipement doivent comprendre les éléments suivants:

- une déclaration indiquant que l'utilisateur est chargé d'assurer que l'équipement est installé, mis en exploitation et utilisé selon sa fonction prévue et de la manière spécifiée par le fabricant. Elle indique également que si ce n'est pas le cas, les protections de sécurité prévues par l'équipement peuvent être compromises.
- une explication et si possible des images des symboles utilisés sur l'équipement conformément à 6.1.

6.3 Emballage

6.3.1 Généralités

Le domaine d'application de la présente norme ne couvre pas le transport des équipements du fabricant à l'utilisateur. Le fabricant doit toutefois garantir que ce transport doit s'effectuer d'une manière qui assure une manipulation sécurisée en relation avec l'équipement, le transporteur et l'utilisateur.

Les chocs et les impacts susceptibles de se produire sur l'équipement pendant son transport vers le site de l'utilisateur ne peuvent pas être quantifiés exactement.

Le fabricant doit donc garantir que l'équipement est correctement emballé et qu'il supporte sans dégâts des conditions environnementales et de manipulation raisonnables adaptées à la ou aux méthode(s) de transport vers l'adresse de l'utilisateur.

Il convient que l'utilisateur effectue une inspection visuelle afin de vérifier que l'équipement n'a pas été endommagé pendant le transport.

6.3.2 Marquage de l'emballage

6.3.2.1 Généralités

Le cas échéant, l'emballage de l'équipement doit être marqué de ce qui suit:

FRAGILE, MANIPULER AVEC SOIN, ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE.

- Le nom et/ou le logo du fabricant.
- La référence du type d'équipement.
- Le cas échéant, pour aider au transport, il convient que les emballages contenant plusieurs pièces d'équipement soient marqués du poids total des emballages multiples (en mesures métriques).

6.3.2.2 Étiquettes d'avertissement supplémentaires fixées le cas échéant

Les exemples qui suivent sont des exemples typiques de la gamme indiquée dans la norme ISO 780:1997, Tableau 1.

Les autres symboles de ce tableau peuvent être utilisés sur l'emballage lorsqu'ils sont jugés adaptés à une manipulation et une livraison sécurisées de l'équipement ainsi qu'aux conditions de transport prévues.

- Avertissement '**FRAGILE**' peut être écrit dans une langue ou selon une illustration approuvée conformément au symbole 1 du Tableau 1 de l'ISO 780:1997, ou les deux.
- '**HAUT**', indication d'orientation conforme au symbole 2 du Tableau 1 de l'ISO 780:1997.
- '**TENIR AU SEC**' conforme au symbole 6 du Tableau 1 de l'ISO 780:1997.
- '**SUSPENDRE ICI**' conforme au symbole 16 du Tableau 1 de l'ISO 780:1997.
- '**CENTRE DE GRAVITÉ**' conforme au symbole 7 du Tableau 1 de l'ISO 780:1997.

6.4 Dimensions

Le fabricant doit déclarer les dimensions de l'équipement. Toutefois, lorsque l'équipement est monté sur baie, il convient que les dimensions soient conformes à la CEI 60297-3-101.

La conformité avec 6.4 est contrôlée par inspection ou mesurage.

6.5 Exigences de performance fonctionnelle

L'équipement doit satisfaire aux exigences applicables des normes CEI 61850 pertinentes, par exemple la CEI 61850-90-4 pour les commutateurs et routeurs Ethernet.

6.6 Exigences de sécurité

6.6.1 Distances d'isolement et lignes de fuite

6.6.1.1 Généralités

Lorsqu'il existe un doute quelconque sur la conformité des distances d'isolement et des lignes de fuite avec les valeurs des tableaux de l'Annexe C de la CEI 60255-27:2013, des mesures doivent être prises. Lorsque la valeur minimale de distance d'isolement n'est pas satisfaite, la distance d'isolement peut être prouvée au moyen d'essais.

Les essais permettant de prouver la distance d'isolement dans l'air ne peuvent pas être utilisés pour démontrer la conformité de la ligne de fuite associée.

Lorsqu'un dispositif de suppression de transitoires est utilisé pour réduire la surtension, le circuit doit être soumis à l'essai pour montrer qu'il supporte l'application de 10 impulsions positives et 10 impulsions négatives d'une impédance de source de 2Ω . Un générateur d'essai de surtension et une amplitude de tension de choc pour une entrée d'alimentation en mode différentiel et/ou commun conformes à la CEI 60255-26 doivent être utilisés.

6.6.1.2 Distances d'isolement pour les circuits primaires

Les distances d'isolement dans l'air relatives aux circuits primaires sont déterminées par la tension de choc assignée (voir C.1.4 de la CEI 60255-27:2013).

L'isolation principale constitue l'exigence minimale entre les circuits primaires et les autres circuits (primaires ou non primaires), y compris les parties accessibles et les parties mises à la terre. Une isolation supplémentaire (par exemple une isolation fonctionnelle ou supplémentaire) peut être requise, selon la classe d'isolation (voir l'Annexe B de la CEI 60255-27:2013). Afin de minimiser le risque d'incendie, l'isolation fonctionnelle doit être bien conçue, par exemple celle d'un circuit primaire.

Lorsque la distance d'isolement ne satisfait pas aux Tableaux C.3 à C.10 de la CEI 60255-27:2013, ceci peut être prouvé à l'aide d'une tension d'essai déterminée par la multiplication de la tension de tenue par le facteur de multiplication approprié pour l'altitude selon le Tableau C.11 de la CEI 60255-27:2013. Lorsque la distance d'isolement est inférieure à la valeur minimale spécifiée, la méthode préférée de démonstration de la sécurité du produit doit utiliser la valeur de courant alternatif ou continu donnée dans le tableau plutôt que la tension de choc, sauf si les caractéristiques du générateur de tension de choc et l'amplitude de la tension de choc sont conformes à la CEI 60255-22-5.

NOTE Les tensions de tenue aux chocs des Tableaux C.1 à C.10 de la CEI 60255-27:2013 sont données pour des champs non homogènes. Dans de nombreux cas, la distance d'isolement dans l'air entre deux parties de l'équipement se trouve entre les champs non homogènes et les homogènes; les distances d'isolement peuvent donc être prouvées par essais.

L'interpolation des valeurs de distance d'isolement des Tableaux C.1 à C.12 de la CEI 60255-27:2013 n'est pas autorisée pour l'isolation principale, supplémentaire, renforcée et double. L'interpolation des valeurs de distance d'isolement est autorisée pour l'isolation fonctionnelle.

6.6.1.3 Distances d'isolement pour les circuits non primaires

Les distances d'isolement pour les circuits non primaires doivent supporter la surtension transitoire maximale pouvant être présente dans le circuit. Si aucune surtension transitoire ne peut se produire, les distances d'isolement sont basées sur la tension de service nominale la plus élevée.

L'interpolation des valeurs de distance d'isolement des Tableaux C.1 à C.12 de la CEI 60255-27:2013 est autorisée pour les circuits non primaires.

6.6.1.4 Lignes de fuite

L'équipement faisant partie du domaine d'application de la présente norme doit être supposé comme étant soumis à une contrainte de tension continue sur une longue période, ce qui nécessite de concevoir des lignes de fuite appropriées.

Les lignes de fuite doivent être déterminées par référence à l'Annexe A et l'Annexe C de la CEI 60255-27:2013.

La conception de la ligne de fuite entre deux circuits quelconques doit être conforme à la ligne de fuite la plus grande des deux.

Si une pollution de degré 3 ou 4 entraîne une conductivité permanente, due par exemple à la poussière de carbone ou de métal, les dimensions des lignes de fuite ne peuvent être spécifiées. Dans ce cas, la surface de l'isolation doit être conçue de manière à éviter un chemin continu (par exemple au moyen de nervures ou de rainures d'au moins 2 mm de hauteur ou de profondeur) de pollution conductrice.

Le Tableau C.12 de la CEI 60255-27:2013 indique la protection supplémentaire qui peut être utilisée pour réduire le degré de pollution dans l'équipement. Si le Tableau C.12 de la CEI 60255-27:2013 est utilisé pour déterminer une ligne de fuite réduite, il convient de s'assurer qu'elle n'est pas inférieure à la distance d'isolement minimale autorisée.

La conformité des lignes de fuite doit être vérifiée par mesurage en cas de doute. Elle ne peut être vérifiée par un essai de tension de tenue.

L'interpolation des lignes de fuite dans les Tableaux C.1 à C.12 de la CEI 60255-27:2013 est autorisée pour les circuits primaires comme non primaires.

6.6.2 Caractéristiques IP

Cet essai sert à vérifier que les boîtiers, barrières ou panneaux de montage de l'équipement interdisent l'accès aux parties actives dangereuses en utilisation normale.

Cet essai doit être effectué comme essai de type pour l'équipement, afin de vérifier que le doigt d'épreuve articulé normalisé ne peut pas accéder aux parties actives dangereuses pour l'IP2X de la CEI 60529 et que la tension ou l'énergie du doigt d'épreuve n'excède pas les limites de sécurité pour l'utilisation normale.

- a) Niveaux de tension: 33 V c.a. ou 70 V c.c.

Pour les équipements assignés pour être utilisés à des emplacements humides, les niveaux de tension sont de 25 V c.a. ou 37,5 V c.c.

- b) Niveaux de courant (voir le Tableau 5):

Tableau 5 – Niveaux de courant en fonctionnement normal

Emplacement d'installation	Figure 3/Figure 5 de la CEI 60990:1999 Circuit de mesure à utiliser	Formes d'onde sinusoïdales	Formes d'onde non sinusoïdales ou de fréquences diverses		
			mA eff.	mA crête	mA c.c.
Sec	Figure 4	0,5	0,7	2	
Humide	Figure 3 avec $R_s = 375 \Omega$ (au lieu de 1500Ω)	0,5	0,7	2	
Sec	Figure 3 avec $R_s = 75 \Omega$ Relatif aux brûlures possibles dans la plage de fréquence entre 30 kHz et 500 kHz	70	-----	-----	

- c) Niveaux de charge ou d'énergie de capacité (voir le Tableau 6):

Tableau 6 – Niveaux de charge ou d'énergie de capacité

Niveau maximal	Pour les tensions de crête ou c.c.
45 μ C	jusqu'à 15 kV
350 mJ	\geq 15 kV

NOTE La Figure 3 de la CEI 61010-1:2010 montre la tension maximale acceptable pour la valeur de capacité pour l'utilisation normale ainsi que pour une condition de premier défaut.

Sauf accord contraire, les essais doivent être effectués pour confirmer que le boîtier de l'équipement satisfait à la classe IP revendiquée par le fabricant en utilisation normale. Les essais doivent être conformes à ceux spécifiés dans la CEI 60529 pour la classe du boîtier de l'équipement.

6.6.3 Tension de choc

6.6.3.1 Généralités

L'essai de type de tension de choc est réalisé avec une tension ayant une forme d'onde de 1,2/50 μ s (voir la Figure 1 de la CEI 61180-1:1992) et est destiné à simuler des surtensions d'origine atmosphérique. Il couvre également les surtensions dues à la commutation des équipements à basse tension.

6.6.3.2 Procédures d'essai

L'essai de tension de choc doit être réalisé conformément à la procédure suivante.

La tension de choc doit être appliquée aux points appropriés accessibles depuis l'extérieur de l'équipement, les autres circuits et les parties conductrices exposées doivent être connectés les uns aux autres et à la terre.

Les essais de vérification des distances d'isolement doivent être menés pour au moins trois impulsions de chaque polarité, avec un intervalle d'au moins 1 s entre les impulsions.

La même procédure d'essai s'applique également à la vérification de la capacité de l'isolation solide; toutefois, dans ce cas, cinq impulsions de chaque polarité doivent être appliquées et la forme d'onde de chaque impulsion doit être enregistrée.

Les deux essais, pour la vérification des distances d'isolement et pour la vérification de l'isolation solide, peuvent être combinés en une procédure d'essai commune.

6.6.3.3 Forme d'onde et caractéristiques du générateur

Une tension de choc normalisée conforme à la CEI 61180-1 doit être utilisée. Les caractéristiques du générateur doivent être contrôlées conformément à la CEI 61180-2.

Les paramètres sont les suivants:

- temps de montée: 1,2 μ s \pm 30 %;
- durée jusqu'à mi-valeur: 50 μ s \pm 20 %;
- impédance de sortie: 500 Ω \pm 10 %;
- énergie en sortie: 0,5 J \pm 10 %.

La longueur de chaque connexion d'essai ne doit pas dépasser 2 m.

6.6.3.4 Sélection de la tension d'essai de choc

6.6.3.4.1 Généralités

La tension d'essai de choc assignée applicable doit être choisie parmi l'une des valeurs nominales suivantes: 0 kV, 1 kV, 5 kV crête.

Lorsqu'un essai de choc à zéro est spécifié pour des circuits particuliers de l'équipement, ceux-ci doivent être exempts de la tension d'essai de choc.

L'essai de choc spécifié de 5 kV crête s'applique aux altitudes jusqu'à 200 m. Pour les altitudes supérieures à 200 m, le Tableau C.11 de la CEI 60255-27:2013 doit être utilisé pour réduire la tension d'essai.

La tolérance pour la tension d'essai doit être de +0 %, -10 %.

Lorsque l'essai a lieu entre deux circuits indépendants de l'équipement, la plus élevée des deux tensions de choc assignées doit être utilisée pour l'essai.

6.6.3.4.2 Equipement à soumettre à l'essai à 5 kV de courant de crête nominal

Un circuit d'équipement classé comme circuit primaire selon l'Article 3 doit être soumis à l'essai à un courant de crête nominal de 5 kV, conformément à 6.6.3.3.

6.6.3.4.3 Equipement à soumettre à l'essai à 1 kV de courant de crête nominal

Les circuits de l'équipement peuvent être soumis à l'essai à un courant de crête nominal de 1 kV, conformément à 6.6.3.3, si ce qui suit s'applique:

- les circuits auxiliaires (d'alimentation) sont connectés à une batterie utilisée exclusivement pour l'alimentation des équipements couverts par la présente norme. Cette batterie ne doit pas être utilisée pour établir des charges inductives;
- l'équipement n'est pas alimenté via des transformateurs de courant ou de tension;
- les circuits d'E/S à soumettre à l'essai ne sont pas soumis à des charges transitoires induites ou inductives supérieures à 1 kV crête.

6.6.3.4.4 Réalisation des essais

L'essai de type de tension de choc est applicable sur l'équipement en essai soit équipé ou non de dispositifs de suppression de surtension.

Sauf spécification contraire, l'essai de tension de choc doit être réalisé

- entre chaque circuit (ou chaque groupe de circuits) spécifié pour la même tension de choc et les parties conductrices exposées à la tension de choc spécifiée pour ce circuit (ou ce groupe de circuits);
- entre des circuits indépendants, les bornes de chaque circuit indépendant étant connectées les unes aux autres;
- sur les bornes d'un circuit donné pour valider les déclarations du fabricant.

Les circuits non concernés par les essais doivent être connectés les uns aux autres et à la terre.

Sauf cas évident, les circuits indépendants sont ceux qui sont décrits comme tels par le fabricant.

Pour les équipements avec boîtier isolé, les parties conductrices exposées doivent être représentées par une feuille métallique recouvrant toute le boîtier de l'équipement à

l'exception des bornes, autour desquelles un espace suffisant doit être laissé afin d'éviter le contournement des bornes. L'essai entre deux circuits indépendants doit être réalisé, sauf spécification contraire, à la tension de choc maximale spécifiée pour les deux circuits.

Une forme d'onde de tension de choc appliquée sur des points d'essai connectés à un dispositif de suppression de surtension, des appareils inducteurs ou des potentiomètres peut être atténuée ou distordue si cela n'est pas dû à une panne électrique.

La forme d'onde appliquée à des points d'essai non connectés à ces types d'appareils est visiblement distordue ou atténuée sauf si l'isolation ne supporte pas la tension d'essai de choc.

6.6.3.4.5 Critères d'acceptation d'essai

Aucune décharge disruptive (amorçage, contournement ou perforation) ne doit apparaître pendant l'essai. Les décharges partielles dans les distances d'isolement qui n'entraînent pas de panne sont écartées. À la suite de cet essai de type, l'équipement doit satisfaire à toutes les exigences de performance associées.

6.6.3.4.6 Répétition de l'essai de tension de choc

Pour un équipement dans un état neuf, les essais de tension de choc peuvent être répétés si nécessaire, afin de vérifier la performance. La valeur de la tension d'essai doit être égale à 0,75 fois la valeur spécifiée à l'origine ou indiquée par le fabricant.

6.6.4 Essai de tension diélectrique c.a. ou c.c.

6.6.4.1 Exécution de l'essai de tension diélectrique

6.6.4.1.1 Essais de type

Les essais de type doivent être appliqués

- entre chaque circuit et les parties conductrices accessibles, les bornes de chaque circuit indépendant étant connectées les unes aux autres;
- entre des circuits indépendants, les bornes de chaque circuit indépendant étant connectées les unes aux autres.

Sauf cas évident, les circuits indépendants sont ceux qui sont décrits comme tels par le fabricant.

Le cas échéant, le fabricant doit déclarer la tenue de la tension diélectrique pour les contacts métalliques ouverts et la vérifier par un essai de type. Il convient de n'appliquer aucun essai sur les contacts lorsque des appareils de suppression des transitoires sont montés. Les circuits non concernés par les essais doivent être connectés les uns aux autres et à la terre.

Les circuits spécifiés pour la même tension d'isolation assignée peuvent être connectés ensemble lors de l'essai aux parties conductrices exposées.

Les tensions d'essai doivent être appliquées directement sur les bornes.

Pour les équipements avec boîtier isolé, les parties conductrices exposées doivent être représentées par une feuille métallique recouvrant toute le boîtier de l'équipement à l'exception des bornes, autour desquelles un espace suffisant doit être laissé afin d'éviter le contournement des bornes. Les essais d'isolation nécessitant cette feuille métallique doivent être menés uniquement en essais de type.

6.6.4.1.2 Essais individuels de série

Les essais de tension diélectrique de série doivent être appliqués entre chaque circuit indépendant et les parties conductrices accessibles, les bornes de chaque circuit indépendant étant connectées les unes aux autres.

6.6.4.1.3 Essais individuels de série par échantillonnage

Les essais par échantillonnage de l'équipement monté peuvent être effectués si les points suivants sont satisfaits.

- Les cartes ou modules de circuit imprimé montés sont soumis aux essais de série à 100 %.
- Le fabricant a réalisé une analyse des risques et a documenté le fait que, en raison de la conception et de la construction de l'équipement, pour toutes les variations de la construction, la probabilité de risques pour la sécurité dus à des problèmes de construction et de manipulation est très faible, lorsque les éléments soumis aux essais de série sont montés dans l'équipement.
- Tout essai sur un échantillon est réalisé selon un plan d'échantillonnage documenté.

Les essais doivent être réalisés entre chaque circuit indépendant et les parties conductrices accessibles, les bornes de chaque circuit indépendant étant connectées les unes aux autres.

Le nombre minimal d'échantillons choisis de manière aléatoire dans le lot à soumettre à essai doit être égal à deux.

Les critères d'acceptation pour cet essai de sécurité doivent être: acceptation pour zéro défaillance, rejet pour une défaillance.

En cas de rejet d'un lot, le lot doit soit être soumis à essai à 100 %, soit après investigation et rectification de la cause de la défaillance, il peut être soumis de nouveau à l'essai selon le plan d'échantillonnage documenté.

6.6.4.2 Valeur de la tension d'essai diélectrique

Les essais de tension diélectrique doivent être réalisés en appliquant les tensions appropriées indiquées au Tableau 7. Il convient que la tension d'essai soit déclarée par le fabricant.

Tableau 7 – Tensions d'essai c.a.

Tension d'isolation assignée V	Tension d'essai c.a., 1 min kv
Jusqu'à 63	0,5
125 à 500	2,0
630	2,3
800	2,6
1000	3,0

Pour les circuits directement mis sous tension via des transformateurs de mesure (TT et TC normalisés) ou connectés à une batterie auxiliaire, la tension d'essai ne doit pas être inférieure à 2,0 kV efficace, 1 min.

Lorsque ce n'est pas le cas, le Tableau 7 peut être utilisé pour déterminer la tension d'essai appropriée.

Une tension d'essai plus élevée de 2,5 kV efficace, 1 min pour les circuits TC peut être déclarée par le fabricant. Les tensions d'essai plus élevées doivent être spécifiées pour les circuits à fil pilote où des surtensions induites par le courant de court-circuit sur les fils pilotes sont à prévoir. Dans ce cas, la tension d'essai applicable doit être déclarée par le fabricant.

Pour les circuits communs comme les TC, TT et entrées numériques connectés par une connexion commune à la terre ou au neutre, une tension d'essai de 500 V peut être utilisée. Le cas échéant, le fabricant doit déclarer la tenue de la tension diélectrique pour les contacts métalliques ouverts et la vérifier par un essai de type. Aucun essai ne doit être appliqué sur les contacts lorsque des appareils de suppression des transitoires sont montés.

6.6.4.3 Source de tension d'essai

La source de la tension d'essai doit être telle que lorsque l'on applique la moitié de la valeur spécifiée à l'EUT (équipement en essai), la chute de tension observée soit inférieure à 10 %.

La valeur de la tension source doit être vérifiée selon une précision supérieure à 5 %.

La tension d'essai doit être sensiblement sinusoïdale et d'une fréquence comprise entre 45 Hz et 65 Hz. Les essais peuvent cependant être également réalisés avec une tension c.c. dont la valeur doit être égale à 1,4 fois la valeur du Tableau 7.

L'utilisation de condensateurs à la terre pour la conformité avec la CEM entraîne l'augmentation du courant d'essai et rend donc difficile la détection d'un état de panne. Ce problème peut être résolu en utilisant une tension d'essai c.c. ($\sqrt{2} \times$ valeur efficace) ou en mesurant uniquement le courant résistif alternatif.

6.6.4.4 Méthode d'essai

Pour les essais de type, la tension à circuit ouvert du générateur d'essai est appliquée à l'équipement à zéro volt. La tension d'essai doit être augmentée progressivement jusqu'à la valeur spécifiée de manière à ce qu'aucun transitoire appréciable ne se produise, et doit être maintenue pendant au moins 1 min. Elle doit ensuite être réduite progressivement jusqu'à zéro aussi rapidement que possible.

Pour les essais de série, la tension d'essai peut être maintenue pendant 1 s au minimum. Dans ce cas, la tension d'essai doit être supérieure de 10 % à la tension d'essai de type spécifiée pour 1 min.

6.6.4.5 Critères d'acceptation d'essai

Pendant l'essai de tension diélectrique, il ne doit se produire aucune rupture ni amorçage. Les décharges partielles qui ne provoquent pas le dépassement du niveau maximal de courant d'essai défini par le fabricant doivent être négligées.

6.6.4.6 Répétition de l'essai de tension diélectrique (essai de haute tension c.a. à fréquence industrielle)

Pour un équipement dans un état neuf, les essais de tension diélectrique peuvent être répétés si nécessaire, afin de vérifier la performance. La valeur de la tension d'essai doit être égale à 0,75 fois la valeur indiquée par le fabricant.

6.6.5 Résistance de liaison de protection

6.6.5.1 Résistance de liaison de protection – Essai de type

Les parties conductrices exposées et les terminaisons connectées au conducteur de protection pour la protection contre les dangers dus aux chocs électriques ne doivent pas montrer une résistance excessive.

Pour les équipements où la connexion du conducteur de protection est faite au moyen d'un câble uni- ou multiconducteur, le câble n'est pas compris dans la mesure, si le câble est doté d'un appareil de protection aux caractéristiques assignées appropriées qui tient compte de la taille du conducteur.

La conformité de ces parties aux exigences de l'essai de type de résistance de liaison de protection doit être déterminée au moyen des paramètres d'essai suivants:

- le courant d'essai doit être égal à deux fois le courant assigné maximal du moyen de protection contre les surtensions spécifié dans la documentation de l'utilisateur;
- la tension d'essai ne doit pas dépasser 12 V c.a. eff. ou 12 V c.c.;
- la durée de l'essai doit être de 60 s;
- la résistance entre la borne du conducteur de protection et la partie soumise à l'essai ne doit pas dépasser 0,1 Ω.

6.6.5.2 Continuité de liaison de protection – Essai de série

Les parties conductrices accessibles qui peuvent devenir actives en cas de premier défaut doivent être soumises à un essai de continuité en courant faible afin de vérifier leur liaison avec la borne du conducteur de protection.

Il convient de choisir la tension à circuit ouvert de l'appareil d'essai de continuité et le courant de court-circuit de manière à éviter tout dommage au circuit.

6.6.6 Inflammabilité des matériaux d'isolation, des composants et de l'enveloppe ignifuge

6.6.6.1 Généralités

L'essai des parties en plastiques peut être nécessaire lorsque le matériau ne satisfait pas à l'inflammabilité minimale spécifiée ou lorsque son épaisseur est inférieure à l'épaisseur minimale spécifiée pour ce matériau pour atteindre l'inflammabilité minimale requise.

Des essais peuvent être requis pour déterminer l'inflammabilité des matériaux et composants isolants et des enveloppes ignifuges.

6.6.6.2 Spécifications d'inflammabilité

6.6.6.2.1 Généralités

À l'exception des spécifications de 6.6.6.2.2 à 6.6.6.2.4, tous les matériaux et composants doivent être conformes à ce qui suit:

- le fil isolé doit être d'une classe d'inflammabilité équivalente à la classe V-1 ou plus de la CEI 60695-11-10;
- les connecteurs et les matériaux isolants sur lesquels sont montés les composants doivent être d'une classe d'inflammabilité équivalente à la classe V-2 ou plus de la CEI 60695-11-10.

La conformité est vérifiée par inspection des données concernant les matériaux ou en réalisant les essais d'inflammabilité spécifiés dans la CEI 60695-11-10 sur trois échantillons des parties correspondantes. Les échantillons peuvent correspondre à l'un des cas suivants:

- des parties complètes;
- des sections d'une partie, y compris la zone présentant l'épaisseur de paroi la moins importante et tout orifice de ventilation;
- des échantillons selon la CEI 60695-11-10.

Lorsque la sécurité est en jeu, les composants doivent satisfaire à l'une des exigences suivantes:

- les exigences sur l'inflammabilité de la norme de composants correspondante de la CEI qui spécifie de telles exigences.
- lorsqu'il n'existe aucune norme CEI correspondante, les exigences sur l'inflammabilité de la présente norme;
- les exigences sur l'inflammabilité applicables d'une norme non CEI lorsqu'elles sont au moins aussi élevées que celles de la norme CEI correspondante, si le composant a été approuvé selon la norme non CEI par une autorité d'essais reconnue.

6.6.6.2.2 Matériaux pour les composants et les autres parties à l'intérieur des enveloppes ignifugées

Les éléments qui suivent sont exemptés des exigences de 6.6.6.2.1.

- Les composants électriques qui ne présentent pas de danger d'incendie dans des conditions de fonctionnement anormales.
- Les matériaux et composants situés à l'intérieur du boîtier d'un équipement de volume inférieur ou égal à 0,06 m³, réalisé entièrement en métal et sans ouvertures de ventilation, ou à l'intérieur d'une unité hermétique contenant un gaz inerte.
- Une ou plusieurs couches de matériaux d'isolation minces tels que du ruban adhésif, utilisés directement sur une surface quelconque à l'intérieur d'une enveloppe ignifuge, y compris la surface des parties transportant le courant, si la combinaison du matériau d'isolation mince et de la surface d'application satisfait aux exigences de la classe d'inflammabilité V-2 ou plus de la CEI 60695-11-10.
- Les composants électroniques tels que les circuits intégrés, les coupleurs optiques, les condensateurs et autres petites parties montés sur un matériau de la classe d'inflammabilité V-1 ou plus de la CEI 60695-11-10.
- Les fils, câbles et connecteurs isolés par du PVC, TFE, PTFE, FEP, néoprène ou polyimide.
- Les colliers individuels (à l'exclusion des revêtements hélicoïdaux ou autres revêtements continus), rubans de laçage, attaches de câbles ou de torons utilisés avec les faisceaux de câbles.

La conformité avec 6.6.6.2.1 et 6.6.6.2.2 est contrôlée par inspection de l'équipement et des fiches techniques des matériaux.

6.6.6.2.3 Matériaux pour les enveloppes ignifugées

Les matériaux des composants qui obtiennent une ouverture dans une enveloppe ignifuge et qui sont destinés à être montés dans cette ouverture doivent

- être de la classe d'inflammabilité V-1 ou plus de la CEI 60695-11-10; ou
- réussir l'essai d'inflammabilité de la CEI 60695-11-10; ou
- satisfaire aux exigences d'inflammabilité de la norme de composants correspondante de la CEI.

NOTE Ces composants sont, par exemple, des porte-fusibles, des interrupteurs, des connecteurs et des prises de courant d'appareil.

Les matériaux plastiques des enveloppes ignifugées doivent être situés à plus de 13 mm dans l'air des parties sur lesquelles se produisent des arcs, telles que les contacts des commutateurs non enfermés.

Les matériaux plastiques des enveloppes ignifugées situées à moins de 13 mm dans l'air des parties sur lesquelles ne se produisent pas d'arcs qui, dans n'importe quelle condition de fonctionnement normal ou anormal, pourraient atteindre une température suffisante pour

enflammer le matériau, doivent être capables de réussir l'essai de la CEI 60695-2-20. Le temps moyen d'inflammation de l'échantillon ne doit pas être inférieur à 15 s. Si l'échantillon se ramollit sans s'enflammer, le temps pour lequel le phénomène se produit n'est pas considéré comme le temps d'inflammation.

La conformité avec le 6.6.6.1.2 est contrôlée par inspection de l'équipement et des fiches techniques des matériaux et, si nécessaire, par l'essai d'inflammabilité approprié.

6.6.6.2.4 Matériaux pour les composants et les autres parties à l'extérieur des enveloppes ignifugées

Sauf exception indiquée ci-dessous, les matériaux des composants et des autres parties (dont les enveloppes mécaniques, les enveloppes électriques et les parties décoratives) situés à l'extérieur des enveloppes ignifugées doivent être de la classe d'inflammabilité minimale HB75 si la plus petite épaisseur significative du matériau est < 3 mm, ou de la classe d'inflammabilité minimale HB40 si la plus petite épaisseur significative du matériau est ≥ 3 mm ou de la classe d'inflammabilité HBF.

Lorsqu'une enveloppe mécanique ou une enveloppe électrique sert aussi comme enveloppe ignifuge, les exigences pour les enveloppes ignifugées s'appliquent (voir 6.6.6.2.3).

Les connecteurs doivent satisfaire à un des cas ci-dessous:

- être construits en un matériau de la classe d'inflammabilité V-2 ou plus de la CEI 60695-11-10;
- réussir les essais de la CEI 60695-11-10;
- satisfaire aux exigences d'inflammabilité de la norme de composants correspondante de la CEI;
- être montés sur un matériau de classe d'inflammabilité V-1 ou plus de la CEI 60695-11-10 et être de petite dimension;
- être situés dans un circuit secondaire alimenté par une source d'énergie limitée au maximum à 15 VA ou satisfaire aux exigences relatives aux circuits à énergie limitée dans des conditions de fonctionnement normales et après un premier défaut dans l'équipement.

L'exigence applicable aux matériaux pour les composants et les autres parties spécifiant qu'ils doivent être de classe d'inflammabilité HB40, de classe d'inflammabilité HB75, ou de classe d'inflammabilité HBF ne s'applique à aucun des cas suivants:

- les composants électriques qui ne présentent pas de danger d'incendie dans des conditions de fonctionnement anormales;
- les matériaux et composants situés à l'intérieur d'une enveloppe de volume inférieur ou égal à 0,06 m³, réalisée entièrement en métal et sans ouvertures de ventilation, ou à l'intérieur d'une unité hermétique contenant un gaz inerte;
- les composants satisfaisant aux exigences d'inflammabilité d'une norme CEI de composants applicable qui comprend de telles exigences;
- les composants électroniques, comme les circuits intégrés, les coupleurs optiques, les condensateurs et autres petits composants qui sont
 - montés sur un matériau de la classe d'inflammabilité V-1 ou plus de la CEI 60695-11-10;
 - alimentés par une source d'énergie limitée au maximum à 15 VA ou satisfont aux exigences relatives aux circuits à énergie limitée dans des conditions de fonctionnement normales ou après un premier défaut dans l'équipement et montés sur un matériau de classe d'inflammabilité HB75 si la plus petite épaisseur significative du matériau est < 3 mm;
 - de classe d'inflammabilité HB40 si la plus petite épaisseur significative de ce matériau est ≥ 3 mm.

6.6.7 Condition de premier défaut

6.6.7.1 Généralités

Une évaluation de condition de premier défaut doit être réalisée pour la conformité aux exigences relatives à la protection contre la propagation du feu lors d'un essai de type de premier défaut sur un équipement complètement assemblé. Il suffit de réaliser un ou des essai(s) de premier défaut sur une variation d'un module particulier, une seule fois, lorsque le module commun est utilisé sur une gamme de plateformes.

La nécessité d'un essai de premier défaut dépend du résultat de l'évaluation de condition de premier défaut.

6.6.7.2 Essai dans la condition de premier défaut

L'équipement ne doit présenter aucun risque de choc électrique ni d'incendie après un essai de premier défaut. Il ne doit pas nécessairement être fonctionnel après l'essai.

Les exigences suivantes s'appliquent.

- l'examen de l'équipement et de son schéma de circuit montre généralement les conditions de défaut qui sont susceptibles d'entraîner un choc électrique ou un danger d'incendie et qui doivent par conséquent être appliquées;
- les essais de défaut doivent être réalisés sauf lorsque l'on peut démontrer qu'un danger découlant d'une condition de premier défaut particulière est improbable;
- il n'est pas requis d'appliquer une condition de premier défaut à une isolation double ou renforcée;
- l'équipement doit fonctionner dans la combinaison de conditions d'essai de référence la moins favorable.

Ces conditions comprennent le pire cas de tolérance de tension et de courant assignés, le pire cas d'orientation de l'équipement, si des couvercles ou d'autres parties amovibles peuvent ne pas être montés en utilisation normale, le calibre maximal spécifié du fusible.

NOTE Les petites parties comme les vis et les rivets qui ne sont pas accessibles et qui sont isolées des circuits TAD par au moins une isolation principale ne sont pas pris en compte.

6.6.7.3 Application de la condition de premier défaut

6.6.7.3.1 Généralités

Les conditions de premier défaut doivent être appliquées une par une et chacune à son tour dans l'ordre le plus pratique. De multiples défauts simultanés ne doivent pas être appliqués; ils peuvent cependant résulter de l'application d'un premier défaut.

L'évaluation de la condition de premier défaut doit comprendre ce qui suit.

6.6.7.3.2 Impédance de protection

Les exigences suivantes s'appliquent.

- Si une impédance de protection est constituée par l'association de composants, chaque composant doit être court-circuité ou déconnecté, le cas le moins favorable étant retenu.
- Si une impédance de protection est constituée par la combinaison de l'isolation principale et d'un appareil limitant la tension ou le courant, l'isolation principale et l'appareil limitant la tension ou le courant doivent être soumis aux premiers défauts, appliqués un par un. L'isolation principale doit être court-circuitée. L'appareil limitant la tension ou le courant doit être court-circuité ou déconnecté, le cas le moins favorable étant retenu.

Les parties de l'impédance de protection qui sont des composants à haute intégrité peuvent ne pas être court-circuitées ou déconnectées.

6.6.7.3.3 Equipement ou parties pour l'exploitation à court terme ou intermittent

Ils doivent être opérés en continu si un fonctionnement continu pouvait se produire dans une condition de premier défaut.

Ces parties peuvent comprendre les moteurs, les relais, d'autres appareils magnétiques et des éléments chauffants.

6.6.7.3.4 Transformateurs

Les enroulements non primaires et les sections de prises d'enroulements des transformateurs, qui sont chargés en utilisation normale, doivent être soumis à essai un par un, tour à tour afin de simuler des courts-circuits dans la charge. Tous les autres enroulements sont chargés ou non, la condition de charge la moins favorable étant retenue. Si les enroulements primaires et non primaires du transformateur sont séparés par une isolation double ou renforcée, aucun court-circuit ne doit être appliqué entre eux.

Les courts-circuits doivent également être appliqués sur le côté de charge de toute impédance de limitation de charge ou appareil de protection contre les surintensités connecté(e) directement à l'enroulement.

6.6.7.3.5 Sorties

Les sorties doivent être court-circuitées une par une.

6.6.7.3.6 Isolation entre les circuits et les composants

L'isolation fonctionnelle entre les circuits et les composants doit être court-circuitée lorsque cela pourrait causer la surchauffe d'un matériau, entraînant un risque d'incendie, sauf si ce matériau est de la classe d'inflammabilité V-1 ou plus de la CEI 60695-11-10.

Une isolation principale dans les circuits primaires présentant une distance d'isolement ou une ligne de fuite inférieure à celles spécifiées doit être montée en parallèle pour éviter la propagation du feu.

Une isolation supplémentaire, renforcée ou double peut ne pas être court-circuitée. Une exception existe à cette règle lorsqu'un dommage thermique à l'isolation peut créer un risque de choc électrique.

6.6.7.3.7 Circuits primaires et circuits non primaires sous tension dangereuse

Les conditions de premier défaut doivent être appliquées en plaçant à circuit ouvert ou en court-circuitant les composants dans les circuits primaires et les circuits non primaires sous tension dangereuse dans l'équipement, lorsque ceux-ci peuvent entraîner un risque de choc électrique ou d'incendie.

6.6.7.3.8 Surcharges

Les conditions de premier défaut doivent être appliquées lorsque la surcharge d'un circuit ou d'un composant peut entraîner un danger de choc électrique ou d'incendie. Ceci inclut la connexion des impédances de charge les plus défavorables aux bornes et aux connecteurs qui délivrent la puissance ou les sorties de signaux de l'équipement.

Des coupe-circuit à fusibles, des appareils de protection peuvent être utilisés contre les surtensions ou des appareils analogues, pour assurer une protection appropriée.

Lorsqu'il existe de nombreuses sorties sur les mêmes circuits internes, l'essai de premier défaut peut être limité à une seule sortie.

6.6.7.3.9 Résistances à dissipation assignée intermittente

La dissipation continue dans les résistances conçues pour une dissipation intermittente doit être prise en compte dans l'évaluation de la condition de premier défaut.

6.6.7.4 Durée des essais

Chaque essai est normalement limité à 2 h; tout défaut secondaire découlant d'une condition de premier défaut se manifeste généralement au cours de cette durée et il convient que la température de l'EUT se soit stabilisée. Si au bout de 2 h, il y a une indication qu'un risque de choc électrique, de propagation de feu ou de dommages aux personnes peut survenir, l'essai doit être poursuivi jusqu'à ce qu'un de ces risques se matérialise ou pendant une période maximale de 4 h.

6.6.7.5 Conformité

6.6.7.5.1 Conformité aux exigences relatives à la protection contre les chocs électriques

Une tenue en tension selon l'essai de 6.6.4 peut être nécessaire pour démontrer que l'équipement ne présente aucun danger de choc électrique à la suite de l'application d'une condition de premier défaut.

Les circuits LEP, TBTP et TBTS doivent pouvoir être touchés en toute sécurité après l'application d'une condition de premier défaut.

Les parties accessibles ne doivent pas être des parties actives dangereuses après une condition de premier défaut.

6.6.7.5.2 Valeurs en condition de premier défaut

Les valeurs supérieures aux niveaux ou limites donnés en a) à c) dues à une condition de premier défaut sont considérées comme dangereuses. Les limites données en b) et c) s'appliquent uniquement si la tension dépasse les valeurs du point a).

a) Les niveaux de tension sont égaux à 55 V eff. ou 140 V c.c.

Pour les équipements assignés pour être utilisés dans des lieux humides, les niveaux de tension sont égaux à 33 V eff. ou 70 V c.c. Pour les tensions temporaires, les niveaux sont ceux de 6.3 de la CEI 61010-1:2010, mesurés sur une résistance de 50 kΩ.

b) Niveaux de courant (voir le Tableau 8):

Tableau 8 – Niveaux de courant en condition de premier défaut

Emplacement d'installation	Figure 3/Figure 4 de la CEI 60990:1999 Circuit de mesure à utiliser	Formes d'onde sinusoïdales	Formes d'onde non sinusoïdales ou de fréquences diverses		
			mA eff.	mA crête	mA c.c.
Sec	Figure 4	3,5	5	15	
Humide	Figure 3 avec $R_s = 375 \Omega$ (au lieu de 1500Ω)	3,5	5	15	
Sec	Figure 3 avec $R_s = 75 \Omega$ Relatif aux brûlures possibles dans la plage de fréquence entre 30 kHz et 500 kHz	500	-----	-----	

c) Le niveau de capacité est celui de la Figure 3 de la CEI 61010-1:2010.

6.7 Compatibilité électromagnétique (CEM)

6.7.1 Généralités

Les IED et les systèmes de communication et d'automatisation des centrales électriques et des postes doivent être conçus et soumis à l'essai de manière à supporter les différents types de perturbations électromagnétiques induites continues et transitoires, conduites et rayonnées, qui se produisent dans les postes. Les sources de perturbations sont, par exemple:

- la foudre et les surtensions de manœuvre;
- les décharges et les chocs dans les supports à isolation gazeuse, tels que le SF₆ fréquemment utilisé, qui produisent des transitoires rapides;
- les ondes qui traversent les AIG, en produisant des transitoires rapides.

Les exigences générales d'immunité pour les environnements industriels ne sont pas considérées comme suffisantes pour les postes. Des exigences dédiées sont donc définies. Les détails de ces exigences et des procédures d'essai sont donnés dans les différentes parties des séries de normes CEI 61000 et CEI 60255. Les cas et les documents les plus importants sont référencés ci-dessous.

6.7.2 Environnement électromagnétique

Les emplacements typiques couverts par la présente spécification technique sont les centrales électriques et les postes à moyenne tension (MT) et haute tension (HT) (postes à isolation d'air (AIA) et à isolation gazeuse (AIG)).

Pour les besoins des spécifications données dans la présente spécification technique, le terme "HT" signifie une extra haute tension et une haute tension supérieure ou égale à 36,5 kV. Le distributeur d'électricité et le fabricant peuvent se mettre d'accord sur une limite différente entre MT et HT.

Outre les centrales électriques mentionnées, les distributeurs d'électricité peuvent installer des appareils dans les centres de conduite, les répéteurs de radiodiffusion ou les points de distribution basse tension dans les zones industrielles, commerciales ou résidentielles. Ces lieux sont couverts par d'autres normes génériques ou des normes de produits.

Dans certains cas, les distributeurs prennent des mesures particulières de protection (utilisation de câblages spéciaux, blindage de certaines zones, etc.) afin de créer un environnement "protégé" et de réduire d'autant les exigences relatives à l'immunité. Ceci permet au distributeur d'utiliser des équipements qui ne satisfont pas aux spécifications de la présente spécification technique.

Dans les centrales électriques et les postes, des câbles blindés et non blindés sont utilisés pour connecter l'équipement. Dans le cas des câbles blindés, les blindages sont mis à la terre localement conformément aux règles relatives au type de signal concerné, par exemple niveau bas, contrôle, etc.

6.7.3 Exigences et essais de type relatifs à l'immunité

Les exigences et les essais de type relatifs à l'immunité spécifiés dans ce qui suit sont basés sur l'environnement électromagnétique réel, en tenant compte des phénomènes électromagnétiques soulignés dans l'Annexe A de la CEI/TS 61000-6-5:2001.

Ils sont indiqués accès par accès selon les Tableaux 9 à 13.

Les exigences relatives aux appareils des centrales électriques et des postes sont fondées sur la Figure 1 et la Figure 2.

Les exigences relatives aux enveloppes, à l'alimentation et aux bornes de terre fonctionnelles sont établies en fonction de l'emplacement. La source d'alimentation est supposée être commune à tous les appareils installés, sans dispositions particulières concernant la CEM.

Les exigences relatives aux bornes de signaux sont établies en fonction du type de connexion.

Dans les figures et les tableaux qui suivent, les différents emplacements sont identifiés par une lettre majuscule dans un carré, tandis que les types de connexions sont identifiés par une lettre minuscule dans un cercle.

Emplacements:

- G: centrales électriques et postes MT;
- H: postes HT;
- P: zones "protégées", le cas échéant.

Connexions de signal:

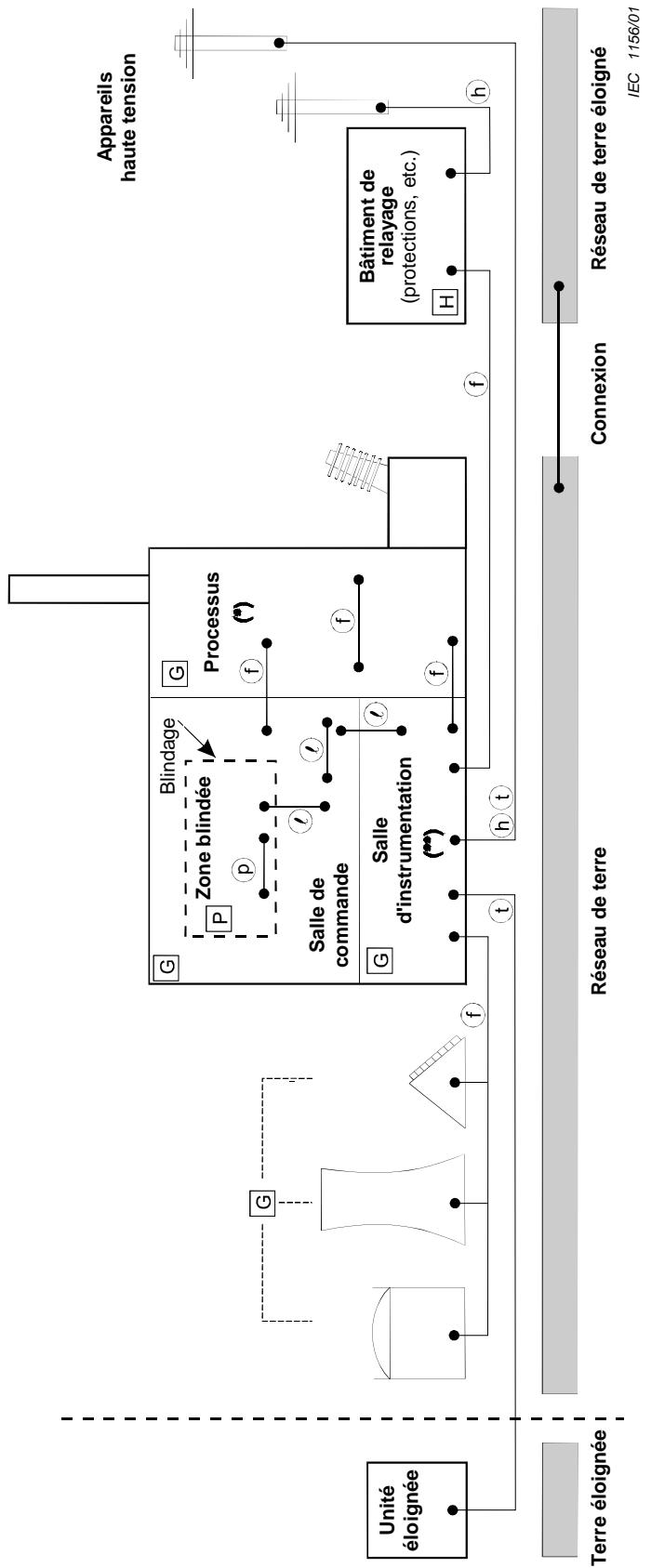
- l: connexions locales;
- f: connexions sur le terrain;
- h: connexions à l'équipement HT;
- t: télécommunication;
- p: connexions dans une zone "protégée", le cas échéant.

Les essais sont réalisés de manière reproductible et bien définie, comme indiqué par les normes de base concernées énumérées dans les Tableaux 9 à 13. Le contenu de ces normes de base n'est pas répété ici; toutefois des informations supplémentaires pour l'application pratique des essais sont données dans la présente spécification.

Les essais doivent être réalisés comme essais de type et effectués un par un, comme des essais uniques.

Les exigences sur l'immunité sont associées aux phénomènes électromagnétiques conduits ou rayonnés à des fréquences basses et élevées; ils peuvent être continus, uniques ou transitoires répétitifs, avec des occurrences élevées ou basses.

Il n'est pas nécessaire que les équipements installés dans des zones "protégées", sans connexion directe avec d'autres zones, satisfassent aux spécifications sur l'immunité de la présente spécification technique mais ils sont soumis aux normes génériques ou de produit concernées.



* Chaudière, alternateur, turbine, appareillage, poste MT, etc. ** Appareils de commande, relais électriques, relais transducteurs, etc.

Types d'emplacements pour les accès enveloppe, alimentation et mise à la terre fonctionnelle

G Emplacement normal dans une centrale électrique et un poste MT – par exemple la salle de commande, la salle d'instrumentation et la zone du processus.

H Emplacement normal dans un poste HT – par exemple le bâtiment de commande, le bâtiment de relaisage et la zone de l'appareillage.

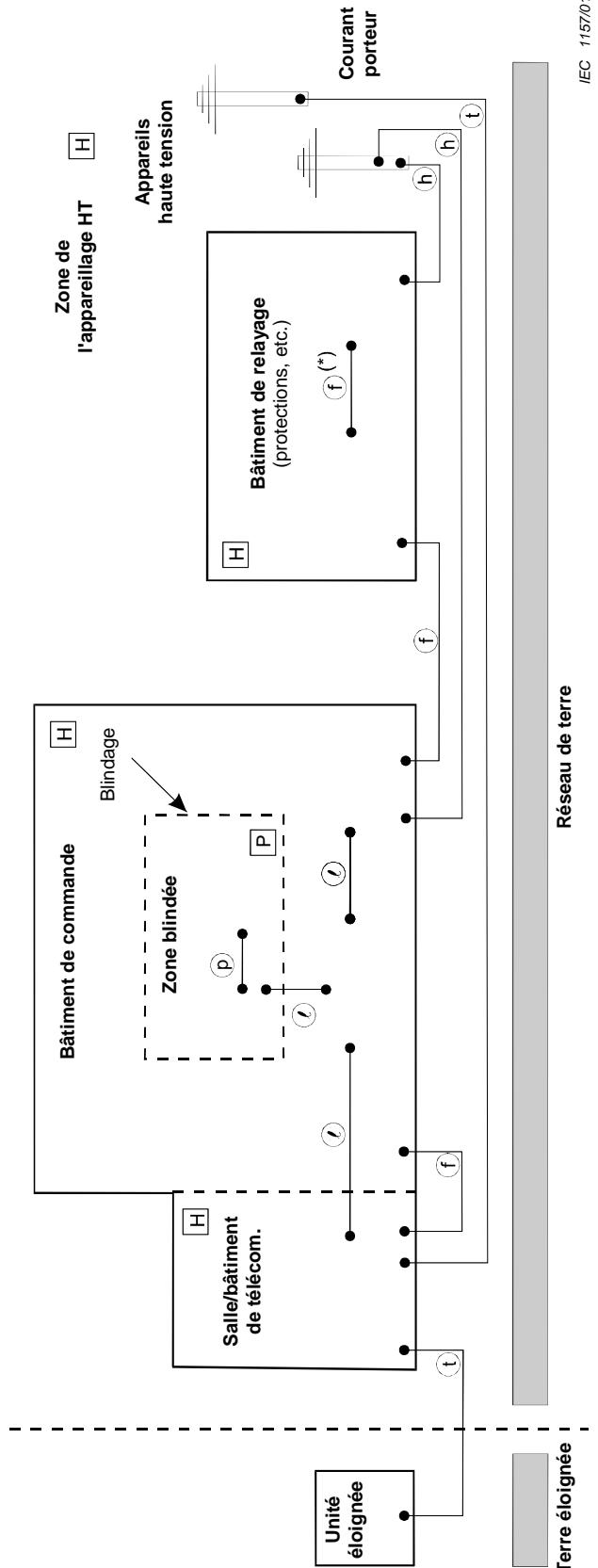
P Emplacement protégé, le cas échéant – par exemple une zone blindée dans la salle de commande.

Types de connexions pour l'accès signal

- f** Locale – par exemple les connexions à l'intérieur de la salle de commande ou de la salle d'instrumentation.
- f** Terrain – par exemple les connexions entre le processus et la salle de commande ou la salle d'instrumentation.
- h** Aux appareils HT – par exemple les connexions aux disjoncteurs, transformateurs de tension/courant, etc.
- t** Télécommunication – par exemple les connexions pour les courants porteurs ou vers des unités éloignées.
- p** Protégée, le cas échéant – par exemple les connexions à l'intérieur d'une salle blindée.

SOURCE: Figure 3 de la CEI/TS 61000-6-5:2001.

Figure 1 – Exemple de centrale électrique et de poste: sélection des spécifications pour les appareils et les connexions associées



* Là où des mesures particulières de prévention sont adoptées (par exemple du blindage), **Q**s'applique.

Types d'emplacements pour les accès enveloppe, alimentation et mise à la terre fonctionnelle

H Emplacement normal dans un poste HT – par exemple le bâtiment de commande, le bâtiment de relayage et la zone de l'appareillage HT.

P Emplacement protégé, le cas échéant – par exemple une zone blindée dans le bâtiment de commande.

Types de connexions à l'accès signal

- Q** Locale – par exemple les connexions à l'intérieur du bâtiment de commande.
- f** Terrain – par exemple les connexions dans la zone de l'appareillage HT et dans le bâtiment de relayage.
- P** Aux appareils HT – par exemple les connexions aux disjoncteurs, transformateurs de tension/courant, etc.
- t** Télécommunication – par exemple les connexions pour les courants porteurs ou vers des unités éloignées.
- P** Protégée, le cas échéant – par exemple les connexions à l'intérieur d'une salle blindée.

NOTE Dans postes isolés au gaz (GIS), les armoires de protection, de commande directe et l'appareillage HT peuvent être situés ensemble à l'intérieur du bâtiment de commande ou séparés à différents endroits.

SOURCE: Figure 4 de la CEI/TS 61000-6-5:2001.

Figure 2 – Exemple de poste à isolation d'air (AIA): sélection des spécifications pour les appareils et les connexions associées**Tableau 9 – Spécification pour l'immunité – Accès d'enveloppe**

Essai	Phénomène environnemental	Norme CEI de base	Équipement installé dans ^a				Remarques
			Centrales électriques et postes MT	G	Postes HT	H	
		Niveau	Valeur d'essai	Niveau	Valeur d'essai		
9.1	Champ magnétique à la fréquence industrielle	CEI 61000-4-8	2	3 A/m continue	2	3 A/m continue	Applicable uniquement aux écrans à tube cathodique selon l'Article B.2 de la CISPR 24:2010
			5	100 A/m continue 1 000 A/m 1 s	5	100 A/m continue 1 000 A/m 1 s	
9.2	Champ électromagnétique rayonné aux fréquences radioélectriques 80 MHz – 3 000 MHz ^b	CEI 61000-4-3	3	10 V/m ^c	3	10 V/m ^c	Ce niveau permet normalement l'utilisation d'un équipement rayonnant portable à 1 m à 2 m de distance de l'équipement installé (voir les détails dans la norme de base)
9.3	Décharge électrostatique	CEI 61000-4-2	3	Contact 6 kV Air 8 kV	3	Contact 6 kV Air 8 kV	Des valeurs d'essai plus élevées doivent être adoptées pour les équipements installés dans un environnement électrostatique difficile comme un emplacement en extérieur.

^a Voir Figure 1 et Figure 2.^b Au-delà de 1 GHz, l'essai doit être réalisé dans la plage de fréquences spécifiée par la norme de base.^c Des exigences plus strictes peuvent être données pour satisfaire à l'environnement des emplacements critiques (par exemple à proximité de stations de diffusion).^d Des valeurs d'essai plus élevées doivent être adoptées pour les équipements installés dans un environnement électrostatique difficile comme un emplacement en extérieur.

Tableau 10 – Spécifications pour l'immunité – Accès de signal

Essai	Phénomène environnemental	Norme CEI de base	Connexion						Remarques	
			Local		Sur le terrain		A l'équipement HT			
			Niveau	Valeur d'essai	Niveau	Valeur d'essai	Niveau	Valeur d'essai		
10.1	Tension à la fréquence du réseau	CEI 61000-4-16	-	-	4	30 V cont. 300 V 1 s	4	30 V cont. 300 V 1 s	4	30 V cont. 300 V 1 s
10.2	Surtension 1,2/50 µs phase à terre phase à phase	CEI 61000-4-5	2 1	1,0 kV 0,5 kV	3 2	2,0 kV 1,0 kV	4 3	4,0 kV 2,0 kV	4 3	4,0 kV ^b 2,0 kV ^b
10.3	Onde oscillatoire amortie mode commun mode différentiel	CEI 61000-4-18	- -	- -	2 2	1,0 kV 0,5 kV	3 3	2,5 kV 1,0 kV	3 3	2,5 kV ^c 1,0 kV ^c
10.4	Transitoires rapides/en salves	CEI 61000-4-4	3	1,0 kV	4	2,0 kV	x	4,0 kV	x	4,0 kV
10.5	Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques	CEI 61000-4-6	3	10 V	3	10 V	3	10 V	3	10 V

a Voir Figure 1 et Figure 2.

b Une forme d'onde de surtension de 10/700 µs est recommandée pour l'essai des accès de signal destinés à être connectés au réseau de télécommunications ou à un équipement distant.

c Applicable uniquement aux connexions aux courants porteurs sur lignes d'énergie.

**Tableau 11 – Spécifications pour l'immunité – Accès d'alimentation d'entrée c.a.
basse tension et accès d'alimentation de sortie c.a. basse tension**

Essai	Phénomène environnemental	Norme CEI de base	Équipement installé dans ^{a, b}			Remarques
			Centrales électriques et postes MT G	Postes HT H	Niveau	
11.1	Creux de tension	CEI 61000-4-11	-	ΔU 30 % pour 1 période ΔU 60 % pour 50 périodes ^c	Valeur d'essai	non applicable aux accès de sortie c.a.
11.2	Interruptions de tension	CEI 61000-4-11	-	ΔU 100% pour 5 périodes ΔU 100% pour 50 périodes ^c		
11.3	Surtension 1,2/50 µs phase à terre phase à phase	CEI 61000-4-5	3 2	2,0 kV 1,0 kV	4 3	
11.4	Onde oscillatoire amortie mode commun mode différentiel	CEI 61000-4-18	2 2	1,0 kV 0,5 kV	3 3	2,5 kV 1,0 kV
11.5	Transitoires rapides/en salves	CEI 61000-4-4	3	2,0 kV	4	4,0 kV
11.6	Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques	CEI 61000-4-6	3	10 V	3	10 V

^a Voir Figure 1 et Figure 2.

^b Pour les équipements avec un courant d'entrée assigné > 16 A, il convient que les essais soient limités à l'accès d'alimentation des unités/module électroniques, etc.

^c Applicable uniquement aux accès d'alimentation directement connectés à un réseau d'alimentation public basse tension.

**Tableau 12 – Spécifications pour l'immunité – Accès d'alimentation d'entrée c.c.
basse tension et accès d'alimentation de sortie c.c. basse tension**

Essai	Phénomène environnemental	Norme CEI de base	Équipement installé dans ^{a, b}			Remarques
			Niveau	Valeur d'essai	Niveau	
12.1	Creux de tension	CEI 61000-4-29	-	ΔU 30 % pour 0,1 s ΔU 60 % pour 0,1 s	Postes HT H	non applicable aux accès de sortie c.c.
12.2	Interruptions de tension	CEI 61000-4-29	-	ΔU 100 % pour 0,05 s		
12.3	Ondulation sur l'alimentation c.c.	CEI 61000-4-17	3	10 % de U_n		
12.4	Tension à la fréquence du réseau	CEI 61000-4-16	3	10 V cont. 100 V 1 s	4	30 V cont. 300 V 1 s
12.5	Surtension 1,2/50 μ s phase à terre phase à phase	CEI 61000-4-5	3	2,0 kV 1,0 kV	3	2,0 kV 1,0 kV
12.6	Onde oscillatoire amortie mode commun mode différentiel	CEI 61000-4-18	2	1,0 kV 0,5 kV	3	2,5 kV 1,0 kV
12.7	Transitoires rapides/en salves	CEI 61000-4-4	3	2,0 kV	4	4,0 kV
12.8	Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques	CEI 61000-4-6	3	10 V	3	10 V

^a Voir Figure 1 et Figure 2.

^b Pour les équipements avec un courant d'entrée assigné > 16 A, il convient que les essais soient limités à l'accès d'alimentation des unités/module électroniques, etc.

Tableau 13 – Spécifications pour l'immunité – Borne de terre fonctionnelle

Essai	Phénomène environnemental	Norme CEI de base	Équipement installé dans ^a			Remarques
			Centrales électriques et postes MT G	Postes HT H	Postes HT H	
		Niveau	Valeur d'essai	Niveau	Valeur d'essai	
13.1	Transitoires rapides/en salves ^b	CEI 61000-4-4	3 2,0 kV	4 4,0 kV		Applicable aux connexions de terre fonctionnelles dédiées séparées de la connexion de terre de sécurité
13.2	Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques	CEI 61000-4-6	3 10 V	3 10 V		

^a Voir Figure 1 et Figure 2.^b Applicable uniquement aux accès en interface avec des câbles dont la longueur totale, selon la spécification fonctionnelle du fabricant, peut dépasser 3 m.

6.7.4 Exigences et essais de type relatifs aux émissions

Les exigences et les procédures relatives aux essais d'émissions conduites et rayonnées sont spécifiées aux Tableaux 14, 15, 16 et 17.

Tableau 14 – Essais d'émission – Accès d'alimentation auxiliaire

Essai	Phénomène environnemental	Plage de fréquences MHz	Valeurs limites dB(μ V)	Norme de base
14.1	émission conduite	0,15 à 0,5	quasi crête 79 moyenne 66	CISPR 22
		0,5 à 5	quasi crête 73 moyenne 60	
		5 à 30	quasi crête 73 moyenne 60	

Tableau 15 – Essais d'émission – Accès de télécommunication

Essai	Phénomène environnemental	Plage de fréquences MHz	Valeurs limites de tension dB(μ V)	Valeurs limites de courant dB(μ A)	Norme de base
15.1	émission conduite	0,15 à 0,5	quasi crête 97 à 87 moyenne 84 à 74	quasi crête 53 à 43 moyenne 40 à 30	CISPR 22
		0,5 à 5	quasi crête 87 moyenne 74	quasi crête 43 moyenne 30	
		5 à 30	quasi crête 87 moyenne 74	quasi crête 43 moyenne 30	

Tableau 16 – Essais d'émission sous 1 GHz – Accès d'enveloppe à une distance de mesure de 10 m

Essai	Phénomène environnemental	Plage de fréquences MHz	Quasi crête limites dB(μ V/m)	Norme de base
16.1	émission rayonnée	30 à 230	40	CISPR 22
		230 à 1 000	47	CISPR 22

Tableau 17 – Essais d'émission au-dessus de 1 GHz – Accès d'enveloppe à une distance de mesure de 3 m

Essai	Phénomène environnemental	Plage de fréquences MHz	Moyenne limites dB(μ V/m)	Crête limites dB(μ V/m)	Norme de base
17.1	émission rayonnée	1 000 à 3 000	56	76	CISPR 22
		3 000 à 6 000	60	80	CISPR 22

- Procédure d'essai conditionnelle de l'essai d'émission au-dessus de 1 GHz:

La source interne la plus élevée d'un EUT est définie comme la fréquence la plus élevée générée ou utilisée dans l'EUT ou sur laquelle l'EUT fonctionne ou se règle.

Si la fréquence la plus élevée des sources internes de l'EUT est inférieure à 108 MHz, la mesure ne doit être effectuée que jusqu'à 1 GHz.

Si la fréquence la plus élevée des sources internes de l'EUT est comprise entre 108 MHz et 500 MHz, la mesure ne doit être effectuée que jusqu'à 2 GHz.

Si la fréquence la plus élevée des sources internes de l'EUT est comprise entre 500 MHz et 1 GHz, la mesure ne doit être effectuée que jusqu'à 5 GHz.

Si la fréquence la plus élevée des sources internes de l'EUT est supérieure à 1 GHz, la mesure doit être effectuée jusqu'à 5 fois la fréquence la plus élevée ou jusqu'à 6 GHz, la fréquence la moins élevée des deux étant retenue.

6.8 Essai de charge

6.8.1 Charge pour l'alimentation c.a.

6.8.1.1 Condition de charge typique

L'équipement est alimenté à une tension auxiliaire de mise sous tension assignée avec une charge typique de toutes les entrées et sorties. L'essai doit être réalisé par la mesure des voltampères (VA). La valeur maximale de 5 essais consécutifs doit être utilisée pour déclarer la charge.

6.8.1.2 Courant d'appel et durée de mise sous tension

L'équipement est mis sous tension à la tension auxiliaire assignée de mise sous tension. La valeur de crête du courant d'entrée pendant la mise sous tension, la durée entre l'instant de la mise sous tension et l'instant où le courant est égal à 10 % près du courant de l'état de repos doivent être enregistrées. La valeur maximale de 5 essais consécutifs doit être utilisée pour déclarer le courant d'appel et la durée de la mise sous tension.

6.8.2 Charge pour l'alimentation c.c.

6.8.2.1 Condition de charge typique

L'équipement est alimenté à une tension auxiliaire de mise sous tension assignée avec une charge typique de toutes les entrées et sorties. L'essai doit être réalisé par la mesure des watts. La valeur maximale de 5 essais consécutifs doit être utilisée pour déclarer la charge.

6.8.2.2 Courant d'appel et durée de mise sous tension

L'équipement est mis sous tension à la tension auxiliaire assignée de mise sous tension. La valeur de crête du courant d'entrée pendant la mise sous tension, la durée entre l'instant de la mise sous tension et l'instant où le courant est égal à 10 % près du courant de l'état de repos doivent être enregistrées. La valeur maximale de 5 essais consécutifs doit être utilisée pour déclarer le courant d'appel et la durée de la mise sous tension.

6.8.3 Charge pour entrée binaire

Au moins une entrée binaire doit être soumise à l'essai pour chaque groupe d'entrées binaires ayant la même tension assignée. L'entrée binaire est mise sous tension à la tension assignée et la valeur du courant d'entrée doit être enregistrée. La valeur maximale de 5 essais consécutifs doit être utilisée pour déclarer la charge.

6.9 Performances climatiques

6.9.1 Généralités

Les IED et les systèmes de communication et d'automatisation doivent fonctionner dans les limites des spécifications et dans la plage de fonctionnement déclarée. Les effets de la température sur les parties composant l'équipement pouvant entraîner une modification visuelle mais n'affectant pas le bon fonctionnement de l'équipement (par exemple le noircissement de l'écran LCD) doivent être déclarés.

Le fabricant doit déclarer si le fonctionnement dans les limites spécifiées peut être obtenu lorsque l'alimentation est appliquée initialement à l'équipement après que tous les composants ont pu se stabiliser à la température ambiante. Si le fonctionnement spécifié est obtenu seulement après que l'unité est mise sous tension pendant un certain temps, le fabricant doit préciser le temps de stabilisation requis estimé.

L'équipement doit satisfaire aux exigences relatives aux essais de changement de température et de température de stockage et de fonctionnement.

6.9.2 Procédure de vérification

6.9.2.1 Procédure de vérification fonctionnelle

La procédure de vérification doit garantir que l'équipement est conforme à sa spécification et qu'il fonctionne correctement pendant la mesure initiale au début de la séquence d'essai et conserve ses caractéristiques théoriques tout au long de tous les essais individuels qui suivent, lorsque cette condition a été spécifiée. Les mesures initiale et finale doivent consister en un essai visuel et de vérification de performance. Les mesures effectuées pendant un essai doivent consister en un essai de vérification de performance.

Dans une séquence d'essai ou la mesure finale de l'essai précédent correspond à la mesure initiale de l'essai individuel suivant, il n'est pas nécessaire d'effectuer deux fois ces mesures, c'est-à-dire qu'une fois suffit.

6.9.2.2 Mesure de la résistance d'isolation

Il convient que la mesure soit réalisée sous forme d'essai à la suite d'un essai environnemental afin de garantir que l'isolation n'a pas subi de contrainte excessive ni d'affaiblissement en raison des essais appliqués.

La tension de mesure doit être appliquée directement sur les bornes de l'équipement.

La résistance d'isolation doit être déterminée lorsqu'une valeur stable a été atteinte et au moins 5 s après l'application d'une tension c.c. de $500\text{ V} \pm 10\%$.

Pour les équipements dans un état neuf, la résistance d'isolation ne doit pas être inférieure à $100\text{ M}\Omega$ à 500 V c.c. Après l'essai de type de chaleur humide, la résistance d'isolation ne doit pas être inférieure à $10\text{ M}\Omega$ à 500 V c.c. après un temps de récupération compris entre 1 h et 2 h, comme indiqué dans les Tableaux 23 et 24.

6.9.2.3 Essai de type diélectrique

La tenue aux chocs diélectrique doit être réalisée sous forme d'essai à la suite d'un essai environnemental afin de garantir que l'isolation n'a pas subi de contrainte excessive ni d'affaiblissement en raison des essais appliqués.

L'essai de type doit être appliqué aux groupes suivants:

- entre chaque circuit et les parties conductrices accessibles, les bornes de chaque circuit indépendant étant connectées les unes aux autres;
- entre des circuits indépendants, les bornes de chaque circuit indépendant étant connectées les unes aux autres.

Les circuits indépendants sont ceux qui sont spécifiés par le fabricant. Le fabricant doit déclarer la tension de tenue diélectrique pour les contacts métalliques ouverts. Il convient de n'appliquer aucun essai sur les contacts lorsque des appareils de suppression des transitoires sont montés. Les circuits non concernés par les essais doivent être connectés les uns aux autres et à la terre.

Les circuits spécifiés pour la même tension d'isolation assignée peuvent être connectés ensemble lors de l'essai aux parties conductrices exposées.

Les tensions d'essai doivent être appliquées directement sur les bornes.

6.9.2.4 Résistance de liaison de protection – Essai de type

La mesure doit être réalisée comme essai après un essai environnemental de chaleur humide afin de garantir qu'une éventuelle corrosion n'a pas entraîné de résistance excessive dans les parties conductrices exposées et les terminaisons connectées au conducteur de mise à la terre de protection contre les dangers de choc électrique.

Pour les équipements où la connexion de terre de protection est faite au moyen d'un câble uni- ou multiconducteur, le câble n'est pas compris dans la mesure, si le câble est doté d'un appareil de protection aux caractéristiques assignées appropriées qui tient compte de la taille du conducteur.

La conformité de ces parties aux exigences de l'essai de type de résistance de liaison de protection doit être déterminée au moyen des paramètres d'essai suivants:

- le courant d'essai doit être égal à deux fois le courant assigné maximal du moyen de protection contre les surtensions spécifié dans la documentation de l'utilisateur;
- la tension d'essai ne doit pas dépasser 12 V c.a. eff. ou 12 V c.c.;
- la durée de l'essai doit être de 60 s;
- la résistance entre la borne du conducteur de protection et la partie soumise à l'essai ne doit pas dépasser 0,1 Ω.

6.9.3 Essais environnementaux climatiques

6.9.3.1 Essais de chaleur sèche – opérationnel

L'essai opérationnel de chaleur sèche doit être réalisé pour prouver la résistance de l'équipement à la chaleur lorsqu'il est opérationnel et déterminer tout écart de performance dû à la température. Voir Tableau 18.

Tableau 18 – Essai opérationnel de chaleur sèche

Objet	Conditions d'essais
Référence d'essai	Essai Bd de la CEI 60068-2-2:2007
Préconditionnement	Conformément aux spécifications du fabricant
Mesure initiale	Selon 6.9.2
Conditions	Opéré à la spécification de charge typique du fabricant ^a
Température de fonctionnement	Selon la température de fonctionnement maximale spécifiée par l'opérateur, il convient de choisir la valeur dans 6.5.2 de la CEI 60068-2-2:2007. Vitesse maximale de changement de température 1 °C par min, sur une période de 5 min
Précision	± 2 °C (voir 6.2 de la CEI 60068-2-2:2007)
Humidité	Selon 6.8.2 de la CEI 60068-2-2:2007, essai Bd
Durée de l'exposition	16 h minimum
Mesure et/ou charge	Fonctionnement correct aux conditions de charge typiques
Procédure de rétablissement	Voir 6.11 de la CEI 60068-2-2:2007.
temps	1 h minimum à 2 h maximum, tous les essais sont à effectuer pendant cette période.
conditions climatiques	Conditions de référence normalisées telles qu'indiquées au Tableau 25.
alimentation	Alimentation coupée
Mesure finale	Selon 6.9.2

^a Il convient que le fabricant déclare le nombre de circuits d'entrée binaire et les relais de sortie sous tension ainsi que la charge des accès de communication pendant l'essai.

6.9.3.2 Essai de froid – Opérationnel

L'essai opérationnel de chaleur sèche doit être réalisé pour prouver la résistance de l'équipement au froid lorsqu'il est opérationnel et déterminer tout écart de performance dû à la température. Voir Tableau 19.

Tableau 19 – Essai de froid opérationnel

Objet	Conditions d'essais
Référence d'essai	Essai Ad de la CEI 60068-2-1:2007
Préconditionnement	Conformément aux spécifications du fabricant
Mesure initiale	Selon 6.9.2
Conditions	Opéré à la spécification de charge typique du fabricant ^a
Température de fonctionnement	Selon la température de fonctionnement minimale spécifiée par l'opérateur, il convient de choisir la valeur d'après 6.6.1 de la CEI 60068-2-2:2007. Vitesse maximale de changement de température 1 °C par min, sur une période de 5 min
Précision	± 3 °C (voir 6.2 de la CEI 60068-2-1:2007)
Humidité	Non applicable
Durée de l'exposition	16 h minimum
Mesure et/ou charge	Fonctionnement correct aux conditions de charge typiques
Procédure de rétablissement	Voir 6.12 de la CEI 60068-2-1:2007.
temps	1 h minimum à 2 h maximum, tous les essais sont à effectuer pendant cette période.
conditions climatiques	Conditions de référence normalisées telles qu'indiquées au Tableau 25.
alimentation	Alimentation coupée
Mesure finale	Selon 6.9.2

a Il convient que le fabricant déclare le nombre de circuits d'entrée binaire et les relais de sortie sous tension ainsi que la charge des accès de communication pendant l'essai.

6.9.3.3 Essai de chaleur sèche – Température de stockage maximale

L'essai de chaleur sèche de stockage doit être réalisé pour prouver la résistance de l'équipement à la chaleur de stockage. Voir Tableau 20.

Tableau 20 – Essai de chaleur sèche – Température de stockage maximale

Objet	Conditions d'essais
Référence d'essai	Essai Bd de la CEI 60068-2-2:2007
Préconditionnement	Conformément aux spécifications du fabricant
Mesure initiale	Selon 6.9.2
Conditions	Hors tension
Température de stockage	<p>Selon la température de stockage maximale spécifiée par l'opérateur, il convient de choisir la valeur dans 6.5.2 de la CEI 60068-2-2:2007.</p> <p>Vitesse maximale de changement de température 1 °C par min, sur une période de 5 min</p>
Précision	± 2 °C (voir 6.2 de la CEI 60068-2-2:2007)
Humidité	Selon 6.8.2 de la CEI 60068-2-2:2007, essai Bd
Durée de l'exposition	16 h minimum
Mesure et/ou charge	Non applicable
Procédure de rétablissement	Voir 6.11 de la CEI 60068-2-2:2007.
temps	1 h minimum à 2 h maximum, tous les essais sont à effectuer pendant cette période.
conditions climatiques	Conditions de référence normalisées telles qu'indiquées au Tableau 25.
alimentation	Alimentation coupée
Mesure finale	Selon 6.9.2

6.9.3.4 Essai de froid – Température de stockage minimale

L'essai de stockage à froid doit être réalisé pour prouver la résistance de l'équipement au stockage à froid. Voir Tableau 21.

Tableau 21 – Essai de température de stockage à froid minimale

Objet	Conditions d'essais
Référence d'essai	Essai Ab de la CEI 60068-2-1:2007
Préconditionnement	Conformément aux spécifications du fabricant
Mesure initiale	Selon 6.9.2
Conditions	Hors tension
Température de stockage	<p>Selon la température de stockage minimale spécifiée par l'opérateur, il convient de choisir la valeur d'après 6.6.1 de la CEI 60068-2-1:2007.</p> <p>Vitesse maximale de changement de température 1 °C par min, sur une période de 5 min</p>
Précision	± 3 °C (voir 6.2 de la CEI 60068-2-1:2007)
Humidité	Non applicable
Durée de l'exposition	16 h minimum
Mesure et/ou charge	Non applicable

Objet	Conditions d'essais
Procédure de rétablissement	Voir 6.12 de la CEI 60068-2-1:2007.
temps	1 h minimum à 2 h maximum, tous les essais sont à effectuer pendant cette période.
conditions climatiques	Conditions de référence normalisées telles qu'indiquées au Tableau 25.
alimentation	Alimentation coupée
Mesure finale	Selon 6.9.2

6.9.3.5 Essai de variation de température

L'essai de variation de température doit être réalisé pour prouver la résistance de l'équipement aux changements rapides de température. Voir Tableau 22.

Tableau 22 – Essai de variation de température

Objet	Conditions d'essais
Référence d'essai	Essai Nb de la CEI 60068-2-14:2009
Préconditionnement	Stabilisé en chambre d'essai à $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 1 h
Mesure initiale	Selon 6.9.2
Conditions	Pendant l'essai, l'équipement doit être sous tension continue et opéré à la spécification de charge typique du fabricant ^a
Température	Température inférieure selon la température minimale spécifiée par le fabricant, il convient de choisir la valeur d'après 6.6.1 de la CEI 60068-2-1:2007. Température supérieure selon la température maximale de fonctionnement spécifiée par l'opérateur, il convient de choisir la valeur dans 6.5.2 de la CEI 60068-2-2:2007. Cycle d'essai incluant le gradient de descente et de montée selon la CEI 60068-2-14:2009, Figure 2, taux de réponse $1^{\circ}\text{C}/\text{min} \pm 0,2^{\circ}\text{C}/\text{min}$, palier aux températures supérieure et inférieure 3 h.
Durée de l'exposition	5 cycles
Mesure et/ou charge	Fonctionnement correct aux conditions de charge typiques
Procédure de rétablissement	Voir 6.11 de la CEI 60068-2-2:2007.
temps	1 h minimum, tous les essais sont à effectuer pendant cette période.
conditions climatiques	Conditions de référence normalisées telles qu'indiquées au Tableau 25.
alimentation	Alimentation coupée
Mesure finale	Selon 6.9.2

^a Il convient que le fabricant déclare le nombre de circuits d'entrée binaire et les relais de sortie sous tension ainsi que la charge des accès de communication pendant l'essai.

6.9.3.6 Essai de chaleur humide en régime établi

L'essai de chaleur humide en régime établi doit être réalisé pour prouver la résistance de l'équipement à une exposition prolongée aux atmosphères à humidité élevée. Voir Tableau 23.

Tableau 23 – Essai de chaleur humide en régime établi

Objet	Conditions d'essais
Référence d'essai	Essai Cab de la CEI 60068-2-78:2001
Préconditionnement	Conformément aux spécifications du fabricant
Mesure initiale	Selon 6.9.2

Objet	Conditions d'essais
Conditions	Pendant l'essai, l'équipement doit être sous tension continue et opéré à la spécification de charge typique du fabricant ^a
Température	Selon les déclarations du fabricant (il convient de choisir la valeur d'après l'Article 5 de la CEI 60068-2-78:2001)
Précision	$\pm 2^\circ\text{C}$
Humidité	(93 ± 3) %
Durée de l'exposition	10 jours minimum
Mesure et/ou charge	Fonctionnement correct aux conditions de charge typiques
Procédure de rétablissement	Voir l'Article 9 de la CEI 60068-2-78:2001.
temps	1 h minimum à 2 h maximum, tous les essais sont à effectuer pendant cette période.
conditions climatiques	Conditions de référence normalisées telles qu'indiquées au Tableau 25.
alimentation	Alimentation coupée
Mesure finale	Selon 6.9.2
^a Il convient que le fabricant déclare le nombre de circuits d'entrée binaire et les relais de sortie sous tension ainsi que la charge des accès de communication pendant l'essai.	

6.9.3.7 Essai cyclique de chaleur humide (12 h + 12 h)

L'essai cyclique de chaleur humide doit être réalisé pour prouver la résistance de l'équipement à une exposition prolongée aux atmosphères à humidité élevée. Voir Tableau 24.

Tableau 24 – Essai cyclique de chaleur humide

Objet	Conditions d'essais
Référence d'essai	Essai Db de la CEI 60068-2-30:2005
Préconditionnement	1. Stabilisé en chambre d'essai à $25^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$, 60 % ± 10 % d'humidité relative. 2. Après stabilisation, l'humidité relative doit augmenter de 95 % ou plus en 1 h tout en conservant la même température
Mesure initiale	Selon 6.9.2
Conditions	Pendant l'essai, l'équipement doit être sous tension continue et opéré à la spécification de charge typique du fabricant ^a
Température	Cycle de température inférieure $25^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$; Cycle de température supérieure: équipement spécifié pour usage en intérieur: $+40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$; équipement spécifié pour usage en extérieur: $+55^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$; Cycle d'essai avec gradient de montée et de descente selon la CEI 60068-2-30:2005, Figure 2a ou 2b
Humidité	97 %, $-2\% \pm 3\%$, à température inférieure; 93 % ± 3 % à température supérieure; Cycle d'essai avec gradient de montée et de descente selon la CEI 60068-2-30:2005, Figure 2a ou 2b
Durée de l'exposition	6 cycles de 24 h (12 h + 12 h)
Mesure et/ou charge	Fonctionnement correct aux conditions de charge typiques
Procédure de rétablissement	Voir l'Article 9 de la CEI 60068-2-78:2001.
temps	1 h minimum à 2 h maximum, tous les essais sont à effectuer pendant cette période.
conditions climatiques	Conditions de référence normalisées telles qu'indiquées au Tableau 25.
alimentation	Alimentation coupée

Objet	Conditions d'essais
Mesure finale	Selon 6.9.2
^a Il convient que le fabricant déclare le nombre de circuits d'entrée binaire et les relais de sortie sous tension ainsi que la charge des accès de communication pendant l'essai.	

6.10 Performance mécanique

6.10.1 Réponse et endurance aux vibrations (sinusoïdales)

L'EUT doit satisfaire aux exigences de la CEI 60255-21-1. La classe de sévérité de l'essai doit être choisie d'après le Tableau 1 ou le Tableau 2 de la présente norme afin de supporter les vibrations mécaniques susceptibles de se produire lors d'un transport ou d'un type d'utilisation particulier. Le fabricant doit déclarer les classes sélectionnées.

6.10.2 Réponse aux chocs, tenue aux chocs et secousses

L'EUT doit satisfaire aux exigences de la CEI 60255-21-2. La classe de sévérité de l'essai doit être choisie d'après le Tableau 1 ou le Tableau 2 de la présente norme afin de supporter les chocs et secousses mécaniques susceptibles de se produire lors d'un transport ou d'un type d'utilisation particulier. Le fabricant doit déclarer les classes sélectionnées.

6.10.3 Tenue aux séismes

L'EUT doit satisfaire aux exigences de la CEI 60255-21-3. La classe de sévérité de l'essai doit être choisie d'après le Tableau 1 ou le Tableau 2 afin de supporter les contraintes mécaniques susceptibles de se produire dans les zones sismiques. Le fabricant doit déclarer la classe sélectionnée.

6.11 Protection de l'enveloppe

Sauf accord contraire, les essais doivent être effectués pour confirmer que le boîtier de l'équipement satisfait à la classe IP revendiquée par le fabricant en utilisation normale. Les essais doivent être conformes à ceux spécifiés dans la CEI 60529 pour la classe du boîtier de l'équipement.

7 Essais

7.1 Généralités

L'équipement en essai doit être étalonné selon les normes internationales de référence.

7.2 Conditions de référence des essais

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être réalisés dans les conditions indiquées au Tableau 25.

Tableau 25 – Conditions de référence des essais

Paramètre d'influence	Conditions de référence
Température de service	+20 °C ± 5 °C
Humidité relative	de 45 % à 75 % HR
Pression atmosphérique	86 kPa à 106 kPa
Alimentation auxiliaire	Tension d'alimentation assignée ± 1 %
Champ magnétique externe continu	Induction inférieure ou égale à 0,5 mT
Composant c.c. sur tension et courant c.a.	Comme spécifié dans les références de moindre importance

Paramètre d'influence	Conditions de référence
Composant alternatif dans les grandeurs d'alimentation auxiliaire c.c.	Taux d'ondulation de crête de 0 % à 15 % des valeurs c.c. assignées
Fréquence	Fréquence assignée (50 Hz ou 60 Hz) ± 0,2 %

7.3 Classes de fiabilité d'appareils

Deux classes de fiabilité sont définies pour l'exécution des essais¹:

Classe 1: Cette classe de fiabilité concerne les appareils de communication utilisés pour des communications de poste générales où des pertes temporaires de communication et/ou des erreurs de communication peuvent être tolérées. Tous les appareils doivent satisfaire aux exigences de la classe 1 si la classe 2 n'est pas spécifiée par l'utilisateur ou le fabricant.

Classe 2: Cette classe de fiabilité concerne les appareils de communication utilisés pour des communications de poste où il est souhaitable que les communications soient exemptes d'erreurs et d'interruptions.

7.4 Conditions de communication pendant les essais

Pour les équipements de la classe de fiabilité 1, le fabricant doit déclarer les conditions de communication pendant les essais. Bien que le débit binaire et la taille de la trame des conditions de communication ne soient pas spécifiés dans la présente norme, il doit exister des communications en cours afin de vérifier que les communications se rétablissent en cas d'interruption.

Pour les équipements de la classe de fiabilité 2, les essais doivent être réalisés avec des appareils de chaque profil de communication du Tableau 26 ou du Tableau 27, le cas échéant.

Tableau 26 – Profils de communication des appareils pendant les essais pour les équipements Ethernet dans des plages de taille de trame spécifiées (par exemple, commutateurs Ethernet)

Profil	Débit binaire	Taille de trame	Débit de trame (charge) (% du maximum) ^a	Commentaires
0	0	0	0	Condition de repos (pas de communication)
1	maximum	maximum	30	Simulation de charge typique
2	maximum	maximum	90	Simulation de charge maximale

^a L'expression "% du maximum" se réfère au débit moyen conservé durant l'essai, comparé au débit maximal durable. Le débit maximal durable est le débit au-dessus duquel une communication sans erreur ne peut être maintenue par l'unité en essai dans des conditions de service normales.

1 Les paragraphes 7.3, 7.4 et 7.5 ont été reproduits de IEEE 1613:2009, *IEEE standard environmental and testing requirements for communications networking devices installed in electric power substations* (disponible en anglais seulement), avec l'autorisation de IEEE, Copyright 2009, par l'IEEE.

Tableau 27 – Profils de communication des appareils pendant les essais pour les appareils en série sans plages de taille de trame spécifiées (par exemple, convertisseurs de support série)

Profil	Débit binaire	Commentaires
0	0	Condition de repos (pas de communication)
1	30 % du maximum	Simulation de charge typique
2	maximum	Simulation de charge maximale

7.5 Conditions à satisfaire (critères d'acceptation)

7.5.1 Généralités

On doit considérer que l'équipement a satisfait aux essais si, pendant ou après les essais, toutes les conditions énumérées ci-dessous sont satisfaites pour la classe de fiabilité de l'appareil.

7.5.2 Conditions à satisfaire par les appareils de classe 1 et 2

- a) Le matériel n'a pas été endommagé.
- b) Il ne s'est produit ni perte ni corruption des données ou de la mémoire, ni des réglages actifs ou mémorisés.
- c) Il n'y a pas eu remise à zéro de l'appareil et une remise en route manuelle n'est pas nécessaire.
- d) Il ne se produit aucun changement d'état des sorties des signaux électriques, mécaniques ou de communication. Ceci inclut les alarmes, les sorties de statut ou les cibles.
- e) Il ne se produit aucun changement d'état erroné permanent des résultats de sorties visuelles, audio ou de messages. Des changements temporaires de ces sorties au cours des essais sont permis.
- f) Durant les essais, les valeurs analogiques de SCADA ne doivent pas différer de plus de 2 % des valeurs maximales. Après l'essai, la précision doit revenir à la précision déclarée par le fabricant.

7.5.3 Condition supplémentaire à satisfaire par les appareils de classe 1

Les communications établies selon 7.4 peuvent être interrompues ou supporter des erreurs pendant la période des essais. En cas d'interruption, la communication se rétablit dans le délai spécifié par le fabricant.

7.5.4 Condition supplémentaire à satisfaire par les appareils de classe 2

Les communications établies selon 7.4 ne doivent PAS être interrompues ni supporter des erreurs pendant la période d'application des essais.

7.5.5 Fonctionnement de l'équipement

Pendant et après les essais, l'équipement doit être totalement et précisément fonctionnel conformément à sa conception, sauf déclaration contraire du fabricant, pour que l'équipement puisse être considéré comme ayant réussi les essais.

7.5.6 Exceptions

Les exceptions aux critères d'acceptation adaptées à l'équipement doivent être indiquées dans les spécifications de l'équipement.

7.6 Vue d'ensemble des essais

Les essais de type doivent être utilisés pour vérifier les nouvelles conceptions matérielles/logicielles par rapport à la spécification et aux normes produits. Lorsqu'un produit a été soumis à essai, il ne doit pas être nécessaire de répéter l'essai si la conception n'est pas modifiée. En cas de modification de la conception, une évaluation des risques doit être réalisée et documentée afin de déterminer quels essais de type sont toujours valables et quels essais il est nécessaire de répéter.

L'essai de type d'un produit qui fait partie d'une famille de produits doit être considéré comme suffisant pour couvrir toute la famille de produits si une évaluation des risques documentée est réalisée pour déterminer quels essais de type sont valables et quels essais il est nécessaire de répéter sur le reste de la famille de produits.

Pendant l'application des essais de CEM/mécaniques/environnementaux, l'équipement doit être dans l'état spécifié par les normes CEM, mécaniques et ou environnementales.

Le fabricant doit déclarer les conditions pendant les essais de CEM. Bien que les conditions de communication ne soient pas spécifiées dans la présente norme, il doit exister des communications en cours afin de vérifier que les communications se rétablissent en cas d'interruption.

Les essais de type et les essais de série doivent être réalisés conformément au Tableau 28.

Tableau 28 – Vue d'ensemble des essais

N°	Éléments soumis à essai	Essai de type	Essai de série	Norme	Paragraphe
1	Dimensions de la structure et inspection visuelle	✓	✓	CEI 60297-3-101	6.1, 6.2, 6.3, 6.4
2	Exigences fonctionnelles	✓	✓	Série CEI 61850 concernée	6.5
3	Exigences de sécurité – Distance d'isolement et ligne de fuite – Caractéristiques IP – Tension de choc – Tension diélectrique alternative ou continue – Résistance de liaison de protection – Inflammabilité – Conditions de premier défaut	✓	✓	CEI 60255-27	6.6
4	Exigences en matière de compatibilité électromagnétique – Émissions – Immunité	✓		Série CEI 61000 Série CEI 61000	6.7
5	Grandeurs d'alimentation: – Charge	✓	✓	N/A	6.8

N°	Éléments soumis à essai	Essai de type	Essai de série	Norme	Paragraphe
6	Exigences climatiques environnementales – Stockage à froid – Fonctionnement à froid – Stockage en chaleur sèche – Fonctionnement en chaleur sèche – Variation de température – Chaleur humide cyclique – Chaleur humide régime établi	✓		CEI 60068-2-1 CEI 60068-2-1 CEI 60068-2-2 CEI 60068-2-2 CEI 60068-2-14 CEI 60068-2-30 CEI 60068-2-78	6.9
7	Exigences mécaniques – Vibrations – Chocs – Secousses – Séismes	✓		CEI 60255-21-1 CEI 60255-21-2 CEI 60255-21-2 CEI 60255-21-3	6.10
8	Protection de l'enveloppe	✓		CEI 60529	6.11

7.7 Contenu du rapport d'essai

Un rapport d'essai indiquant les procédures et les résultats des essais doit toujours être produit.

Le rapport d'essai doit inclure au moins les informations de base suivantes:

- a) titre (ex. "rapport d'essai");
- b) le nom, la fonction et la signature ou une identification équivalente de la ou des personnes autorisant le rapport d'essai;
- c) le nom et l'adresse du laboratoire ainsi que le lieu où les essais ont été effectués s'il est différent de l'adresse du laboratoire;
- d) le sommaire;
- e) une identification unique du rapport d'essai (comme par exemple le numéro de série) et sur chaque page, une identification permettant de reconnaître la page comme faisant partie du rapport d'essai ainsi qu'une identification claire de la fin du rapport d'essai;
- f) le nom et l'adresse du client (le cas échéant);
- g) une description de l'état et une identification univoque de l'équipement;
- h) la ou les dates d'exécution de l'essai;
- i) une déclaration des essais réalisés et selon quelles normes internationales, comprenant les dates;
- j) les critères d'acceptation utilisés;
- k) les outils et instruments utilisés;
- l) les conditions d'essai;
- m) les résultats des essais avec les unités de mesure le cas échéant;
- n) le cas échéant, une déclaration stipulant que le résultat concerne uniquement l'équipement soumis à l'essai et éventuellement une famille de produits.

Outre les informations de base ci-dessus, le rapport d'essai doit inclure les informations suivantes:

- o) la méthode et les procédures d'essai;
- p) le résultat de l'essai (réussite/échec);

q) lorsque cela s'avère nécessaire, les opinions et interprétations.

8 Marquage, étiquetage et emballage

Il convient que l'équipement soit marqué et étiqueté conformément aux exigences de 6.1.

Le fabricant doit garantir que l'équipement est correctement emballé et qu'il supporte sans dégâts des conditions environnementales et de manipulation raisonnables adaptées à la ou aux méthode(s) de transport vers l'adresse de l'utilisateur. L'utilisateur doit inspecter visuellement l'équipement pour vérifier qu'il n'a pas été endommagé pendant le transport.

9 Règles pour le transport, le stockage, le montage, l'installation, la manœuvre et la maintenance

Il convient que l'équipement soit stocké et transporté dans les matériaux d'emballage fournis avec le produit et il doit être installé conformément aux instructions données par le fabricant.

10 Documentation du produit

La documentation du produit fournie par le fabricant doit préciser les instructions de transport, stockage, installation, manœuvre et maintenance.

Les points suivants sont les plus importants des instructions à fournir par le fabricant:

- une description détaillée de chaque fonction de protection et de son fonctionnement théorique;
- une liste des réglages disponibles et une explication de chaque réglage;
- des directives pour l'application du produit;
- les données techniques complètes, y compris les conditions environnementales;
- les instructions de sécurité du produit;
- les conditions à respecter pendant le transport, le stockage et l'installation;
- le déballage et le levage;
- l'assemblage,
- le montage;
- les connexions;
- la documentation relative aux protocoles de communication;
- l'inspection de l'installation finale;
- la mise en service;
- la maintenance,
- le signalement des défaillances.

Il convient que les instructions de sécurité du produit soient incluses avec l'équipement en format papier. Toutes les autres informations peuvent être fournies sous format électronique.

Bibliographie

CEI 60127-1, *Miniature fuses – Part 1: Definitions for miniature fuses and general requirements for miniature fuse-links* (disponible en anglais seulement)

CEI 60255-27:2005², *Relais de mesure et dispositifs de protection – Partie 27: Exigences de sécurité*

CEI 60297-3-101, *Structures mécaniques pour équipements électroniques – Dimensions des structures mécaniques de la série 482,6 mm (19 in) – Partie 3-101: Bacs et blocs enfichables associés*

CEI 60721-3-3, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 3: Utilisation à poste fixe, protégé contre les intempéries*

CEI/TS 61000-6-5:2001, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-5: Normes génériques – Immunité pour les environnements de centrales électriques et de postes*

² Retiré

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch