

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Measuring relays and protection equipment –
Part 1: Common requirements**

**Relais de mesure et dispositifs de protection –
Partie 1: Exigences communes**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 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 Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

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.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00



IEC 60255-1

Edition 1.0 2009-08

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Measuring relays and protection equipment –
Part 1: Common requirements**

**Relais de mesure et dispositifs de protection –
Partie 1: Exigences communes**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 29.120.70

ISBN 2-8318-1057-3

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	11
4 Environmental conditions.....	13
4.1 General.....	13
4.2 Normal environmental conditions.....	13
4.3 Special environmental conditions	14
4.4 Storage conditions	15
5 Ratings.....	15
5.1 General.....	15
5.2 Rated voltage.....	15
5.2.1 Input energizing voltage	15
5.2.2 Auxiliary energizing voltage.....	16
5.2.3 Rated insulation voltage	16
5.3 Rated current	16
5.3.1 Input energizing current.....	16
5.3.2 Auxiliary energizing current	17
5.4 Binary input and output	17
5.4.1 Binary input.....	17
5.4.2 Binary output.....	17
5.5 Transducer analogue input and output.....	17
5.5.1 Transducer analogue input.....	17
5.5.2 Transducer analogue output.....	17
5.6 Frequency	17
5.6.1 Rated frequency	17
5.6.2 Frequency operating range.....	17
5.7 Rated burden	17
5.8 Rated ambient temperature	17
6 Design and construction	18
6.1 Marking.....	18
6.2 Dimensions	18
6.3 Enclosure protection.....	18
6.4 Product safety requirements.....	18
6.5 Functional performance requirements.....	18
6.5.1 General	18
6.5.2 Intrinsic accuracy	18
6.5.3 Operating accuracy	19
6.5.4 Performance under dynamic system conditions	19
6.5.5 Performance under transient signal conditions.....	19
6.5.6 Multifunctional protection relay	19
6.5.7 Programmable logic.....	20
6.6 Communication protocols	20
6.7 Binary input and output	20

6.7.1	Binary input	20
6.7.2	Binary output	20
6.8	Transducer analogue input and output	20
6.8.1	Transducer analogue input	20
6.8.2	Transducer analogue output	20
6.9	Input circuit for energizing quantities	20
6.9.1	Characteristic energizing quantity	20
6.9.2	Auxiliary energizing quantity	21
6.10	Burden tests	21
6.10.1	Burden for voltage transformers	21
6.10.2	Burden for current transformers	21
6.10.3	Burden for AC power supply	21
6.10.4	Burden for DC power supply	21
6.10.5	Burden for binary input	22
6.11	Contact performance	22
6.12	Climatic performance	23
6.12.1	General	23
6.12.2	Verification procedure	23
6.12.3	Climatic environmental tests	25
6.13	Mechanical requirements	31
6.13.1	Vibration response and endurance (sinusoidal)	31
6.13.2	Shock response, shock withstand and bump	31
6.13.3	Seismic	32
6.14	Pollution	32
6.15	Electromagnetic compatibility (EMC)	32
7	Tests	32
7.1	General	32
7.2	Test reference conditions	32
7.3	Test overview	33
7.4	Type test report content	34
8	Marking, labelling and packaging	35
9	Rules for transport, storage, installation, operation and maintenance	35
10	Product documentation	35
	Annex A (informative) Type testing guidelines	37
	Annex B (informative) Intrinsic, operating and overall system accuracy	40
	Annex C (informative) Guidance on dependability	42
	Bibliography	45
	Figure 1 – Contact performance parameters	23
	Figure A.1 – Definition of operate, transitional and quiescent states	38
	Figure B.1 – Different kind of accuracies	40
	Figure C.1 – Overview of fields that may be of interest for protection relays	42
	Figure C.2 – Failure detection chart	43
	Table 1 – Normal environmental conditions	14

Table 2 – Special environmental conditions	15
Table 3 – Dry heat test – operational	25
Table 4 – Cold test – Operational.....	26
Table 5 – Dry heat test, storage temperature	27
Table 6 – Cold test, storage temperature	28
Table 7 – Cyclic temperature test.....	29
Table 8 – Damp heat steady state test	30
Table 9 – Cyclic temperature with humidity test	31
Table 10 – Test reference conditions	32
Table 11 – Test overview	34
Table A.1 – Example of protection functions that may be used during tests	38
Table A.2 – Example of EMC test conditions for measuring inputs	39
Table C.1 – Definitions of symbols	43
Table C.2 – Meaning of terms defined in IEC 60050-191 for protection relays.....	43

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MEASURING RELAYS AND PROTECTION EQUIPMENT –**Part 1: Common 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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 60255-1 has been prepared by IEC technical committee 95: Measuring relays and protection equipment.

This standard cancels and replaces the second edition of IEC 60255-6, published in 1988, and constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
95/252FDIS	95/257/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all the parts in the IEC 60255 series, under the general title *Measuring relays and protection equipment*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

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

INTRODUCTION

NUMBERING OF STANDARDS FALLING UNDER THE RESPONSIBILITY OF TC 95

In accordance with the decision taken at the technical committee 95 meeting in Paris on 2006-04-06 (item 12 of 95/191/RM) a new numbering system will be established of the standards falling under the responsibility of TC 95. Numbering of the standards will follow the following principle:

- common standards will start with IEC 60255 –;
- protection functional standards will start with IEC 60255-100 series;
- technical reports will start with IEC 60255-200 series.

The IEC 60255 series will consist of the following parts, under the general title *Measuring relays and protection equipment*. Five parts (Parts 3, 8, 12, 13 and 16) will be renumbered and Part 6 will be replaced by Part 1.

a) Common standards:

Part 1: Common requirements

Part 11: Interruptions to and alternating component (ripple) in d.c. auxiliary energizing quantity of measuring relays

Part 21: Vibration, shock, bump and seismic tests

Part 22: Electrical disturbance tests

Part 24: Common format for transient data exchange (COMTRADE) for power systems

Part 25: Electromagnetic emission tests

Part 26: Electromagnetic compatibility requirements

Part 27: Product safety requirements

b) Protection functional standards:

121 Functional requirements for distance protection (revision of IEC 60255-16)

124 Functional requirements for volts per hertz protection

125 Functional requirements for synchronizing or synchronism-check

127 Functional requirements for over/under voltage protection (revision of IEC 60255-3) (including the phase, neutral, residual and negative sequence)

132 Functional requirements for over/under power protection (revision of IEC 60255-12) (including the real reactive and power factor)

140 Functional requirements for loss of excitation protection

149 Functional requirements for thermal protection (revision of IEC 60255-8)

151 Functional requirements for over/under current protection (revision of IEC 60255-3) (including the phase, ground, residual and negative sequence)

160 Functional requirements for voltage or current unbalance protection

167 Functional requirements for directional current protection

178 Functional requirements for power swing/out-of-step protection

179 Functional requirements for reclosing

181 Functional requirements for frequency relay (including over/under, rate of change)

- 185 Functional requirements for teleprotection function
- 187 Functional requirements for differential protection (revision of IEC 60255-13)
(including generator, transformer, busbar, line and restricted earth fault)
- 195 Functional requirements for synchrophasor measurement

NOTE 1 The functional standard for synchrophasor measurement may be developed from IEEE Std C37.118:1995 [1]¹.

NOTE 2 The last two digits of the part of the proposed functional standard new numbering correspond to device function numbers as established in IEEE Std C37.2:1996[2].

c) Technical reports:

- Part 200: Application guide for generator protection
- Part 201: Application guide for motor protection
- Part 202: Application guide for transformer protection
- Part 203: Application guide for reactor protection
- Part 204: Application guide for bus protection
- Part 205: Application guide for line protection
- Part 206: Application guide for breaker failure protection

¹ Figures in square brackets refer to the bibliography.

MEASURING RELAYS AND PROTECTION EQUIPMENT –

Part 1: Common requirements

1 Scope

This part of IEC 60255 specifies common rules and requirements applicable to measuring relays and protection equipment including any combination of devices to form schemes for power system protection such as control, monitoring and process interface equipment in order to obtain uniformity of requirements and tests.

All measuring relays and protection equipment used for protection within the power system environment are covered by this standard. Other standards in this series may define their own requirements which in such cases shall take precedence.

For special applications (marine, aerospace, explosive atmospheres, computers, etc.), the general requirements within this standard may need to be enhanced by additional special requirements.

The requirements are applicable only to relays in new condition. All tests in this standard are type tests, unless otherwise declared.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60044-1:1996, *Instrument transformers – Part 1: Current transformers*

IEC 60044-2:1997, *Instrument transformers – Part 2: Inductive voltage transformers*

IEC 60044-5:2004, *Instrument transformers – Part 5: Capacitor voltage transformers*

IEC 60044-7:1999, *Instrument transformers – Part 7: Electronic voltage transformers*

IEC 60044-8:2002, *Instrument transformers – Part 8: Electronic current transformers*

IEC 60050-191:1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 60050-447:2009, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 447: Measuring relays*

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 60068-3-4:2001, *Environmental testing – Part 3-4: Supporting documentation and guidance – Damp heat tests*

IEC 60255-11:2008, *Measuring relays and protection equipment – Part 11: Voltage dips, short interruptions, variations and ripple on auxiliary power supply port*

IEC 60255-21-1:1988, *Electrical relays – Part 21-1: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Vibration tests (sinusoidal)*

IEC 60255-21-2:1988, *Electrical relays – Part 21-2: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Shock and bump tests*

IEC 60255-21-3:1993, *Electrical relays – Part 21-3: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Seismic tests*

IEC 60255-22-2:2008, *Measuring relays and protection equipment – Part 22-2: Electrical disturbance tests – Electrostatic discharge tests*

IEC 60255-22-4:2008, *Measuring relays and protection equipment – Part 22-4: Electrical disturbance tests – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 60255-22-5:2008, *Measuring relays and protection equipment – Part 22-5: Electrical disturbance tests – Surge immunity test*

IEC 60255-22-7:2003, *Electrical relays – Part 22-7: Electrical disturbance tests for measuring relays and protection equipment – Power frequency immunity tests*

IEC 60255-25:2000, *Electrical relays – Part 25: Electromagnetic emission tests for measuring relays and protection equipment*

IEC 60255-26:2008, *Measuring relays and protection equipment – Part 26: Electromagnetic compatibility requirements*

IEC 60255-27:2005, *Measuring relays and protection equipment – Part 27: Product safety equipment*

IEC 60255-100 (all parts), *Measuring relays and protection equipment – Parts 1XX: Protection functional standards*

IEC 60297-3-101:2004, *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 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60688, *Electrical measuring transducers for converting a.c. electrical quantities to analogue or digital signals*

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

IEC/TR 61000-2-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 5: Classification of electromagnetic environments – Basic EMC publication*

IEC 61810-1, *Electromechanical elementary relays – Part 1: General requirements*

IEC 61810-2, *Electromechanical elementary relays – Part 2: Reliability*

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

IEC 61850-9-2, *Communication networks and systems in substations – Part 9-2: Specific Communication Service Mapping (SCSM) – Sampled values over ISO/IEC 8802-3*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions of IEC 60050-447, as well as the following, apply.

3.1

absolute error

difference between a measured operate value of the characteristic quantity or a measured value of a specific time and its declared value (e.g. setting value).

3.2

alternating component

in d.c. expressed as a percentage of the difference between the maximum value U_{\max} and the minimum value U_{\min} of a pulsating d.c. voltage to the mean value U_0 of this voltage

$$\frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_0} \times 100\%$$

3.3

analogue inputs and outputs

current or voltage inputs/outputs whose values are directly proportional to physical measured quantities i.e. transducer input

3.4

assigned error

error limits within which the manufacturer declares that any device of a given type will perform under the reference conditions

3.5

binary inputs/outputs

inputs/outputs which have either an on or off state and can be either physical connections or supplied via a communication port

3.6

dynamic performance

characteristics defining the ability of the relay to achieve the intended functions under fault conditions (for example single phase to earth fault) and/or abnormal system conditions which occur at the power system frequency (for example: power swings, harmonics, etc.)

**3.7
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 Examples of equipment are a power transformer, the equipment of a substation, measuring equipment.

NOTE 2 For the purpose of this standard, equipment is a measuring relay and protection equipment.

**3.8
equipment under test
EUT**

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

**3.9
influence quantity**

quantity not essential for the performance of a device but affecting its performance, e.g, temperature, humidity, etc.

**3.10
integrated protection relay**

single apparatus taking a range of input measurements and performing a multitude of protection functions on these measurements

**3.11
intrinsic accuracy**

quality which characterizes the ability of the device, when used under reference conditions, to operate at values close to the true operating values of input energizing quantities and at times close to the time setting values or to the absolute declared operating times

NOTE 1 See Annex B for additional information.

NOTE 2 Intrinsic accuracy depends only on uncertainty associated with the components of a measuring relay and protection equipment under reference conditions.

NOTE 3 Accuracy is all the better when the operate value is closer to the corresponding true value and time closer to time setting values or to the absolute declared time.

**3.12
mean value of measurements**

quotient of the algebraic sum of the measurements values by the number of measurements

NOTE Mean value may be expressed as an absolute value, a relative value or a percentage of its setting value.

**3.13
normal use**

use of the device installed and operated under normal service conditions, with all covers and protective measures in place

**3.14
operating accuracy**

quality which characterizes the ability of the device, when submitted to influence quantities within their tolerance ranges, to operate at values close to the true operating values of input energizing quantities and at times close to the time setting values or to the absolute declared operating times

NOTE 1 See Annex B for additional information.

NOTE 2 Operating accuracy of measuring relay and protection equipment depends on intrinsic accuracy and uncertainty associated with the variation of performance of components due to influence quantities.

NOTE 3 Accuracy increases (or it is higher) when the operate value is closer to the corresponding true value and time closer to time setting values or to the absolute declared time.

3.15

overall system accuracy

accuracy of a protection system, considering intrinsic accuracy and operating accuracy of the device, to which is added uncertainties and variations due to external sensors accuracy and to external wires

NOTE See Annex B for additional information.

3.16

primary relay

measuring relay directly energized by the current or voltage in a main circuit, without any intermediate instrument transformer, shunt or transducer or with a built-in instrument transformer

3.17

product family

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

3.18

routine test

conformity test made on each individual device during or after manufacture

3.19

secondary relay

measuring relay energized by the quantity (e.g. electric current or voltage) derived from an instrument transformer or transducer

3.20

shunt relay

measuring relay energized by the current derived from a shunt in a main circuit

3.21

transient response

reaction of the device under transient system conditions which do not occur at the power system frequency (for example magnetizing inrush, capacitive voltage transformer transients, etc.).

3.22

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.

4 Environmental conditions

4.1 General

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

4.2 Normal environmental conditions

Measuring relays and protection equipment are intended to be used in the normal service conditions listed in Table 1.

Table 1 – Normal environmental conditions

Environmental parameters		Conditions
Ambient air temperature ^a	Upper limit	≤ +55 °C
	Lower limit	≥ -10 °C ^e
Solar radiations		Negligible
Altitude		≤ 2 000 m
Air pollution by dust, salt, smoke, corrosive/flammable gas, vapours		No significant air pollution ^b
Relative humidity: 24 h average		From 5 % to 95 % ^c
Vibration, earth tremors		According to IEC 60255-21 series environment Class 0 or Class 1
Electromagnetic disturbances		Electromagnetic environment defined by immunity test levels of IEC 60255-26, Class B ^d
<p>^a The ambient air temperature is the maximum or minimum temperature around the enclosure of the protection relay. Depending on the type of climate and the type of weather-protected location where a measuring relay and protection equipment is 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 5.8.</p> <p>^b These conditions correspond to maximum values given for classes 3C1 and 3S1 in IEC 60721-3-3.</p> <p>^c No condensation or ice is considered.</p> <p>^d This is in line with basic standard IEC/TR 61000-2-5, classification of electronic environments, for a location class type 5 listing attributes for a heavy industrial location, a generating station or a switch-yard.</p> <p>^e 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.</p>		

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 air temperature ^a	Upper limit	> +55 °C
	Lower limit	< –10 °C ^g
Altitude		> 2 000 m ^b
Air pollution by dust, salt, smoke, corrosive/flammable gas, vapours		Location in urban areas with industrial activities and without special precautions to minimize the presence of sand or dust ^c
Relative humidity: 24 h average		> 95 % ^d
Vibration, seismic conditions		According to IEC 60255-21 series environment, Class 2 ^e
Electromagnetic disturbances		Electromagnetic environment defined by immunity test levels of IEC 60255-26 ^f
<p>^a The ambient air temperature is the maximum or minimum temperature around the enclosure of the protection relay.</p> <p>^b For altitudes higher than 2 000 m users shall refer to IEC 60664-1.</p> <p>^c These conditions correspond to maximum values given for classes 3C2 and 3S2 in IEC 60721-3-3.</p> <p>^d In Tropical indoor conditions, the average value of relative humidity measured during a period of 24 h can be 98 %.</p> <p>^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.</p> <p>^f Special environmental conditions for electromagnetic disturbances imply that the measuring relay and protection equipment is submitted to severity class A of IEC 60255-22-4, suitable for typical industrial environment, and/or to severity class A of IEC 60255-22-7. Applicable to substations with high earth fault currents and where wiring practice allows the d.c. status inputs to be wired in open loops (go and return wire in different multicore cable).</p> <p>^g 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.</p>		

4.4 Storage conditions

Measuring relays and protection equipment are intended to be stored in their supplied packaging. The temperature range of storage shall be chosen from the ranges given in 5.8 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

5.2.1 Input energizing voltage

5.2.1.1 Primary relay

Manufacturer shall declare rated values for a.c. or d.c.

5.2.1.2 Secondary relay

The preferred rated values of a.c. voltages, in r.m.s. value, are in line with IEC 60044-2 and IEC 60044-5 and are given below, together with those values multiplied by $1/3$ or $\sqrt{3}$ or $1/\sqrt{3}$.

100 V; 110 V; 115 V; 120 V; 200 V; 220 V; 230 V

For equipment compatible with electronic voltage transformers (e.g. low power analogue VT), the preferred values shall be those stated in IEC 60044-7.

5.2.1.3 Shunt relay

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

30 mV; 45 mV; 50 mV; 60 mV; 75 mV; 100 mV; 150 mV; 200 mV; 300 mV; 600 mV.

5.2.2 Auxiliary energizing voltage

5.2.2.1 AC voltage

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

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

5.2.2.2 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.

5.2.2.3 Operating range

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

5.2.3 Rated insulation voltage

The rated insulation voltage of one or all of the circuits of the equipment shall be chosen from the values stated in IEC 60255-27.

5.3 Rated current

5.3.1 Input energizing current

5.3.1.1 Primary relay

Manufacturer shall declare rated values for a.c. or d.c. currents.

5.3.1.2 Secondary relay

The preferred rated values of a.c. currents, in r.m.s value, are in line with IEC 60044-1 and are 1 A or 5 A.

For equipment compatible with electronic current transformers (e.g. low power analogue CT), the preferred values shall be those stated in IEC 60044-8.

5.3.2 Auxiliary energizing current

The manufacturer shall declare rated values for a.c. currents.

5.4 Binary input and output

5.4.1 Binary input

The manufacturer shall declare the ratings.

5.4.2 Binary output

The manufacturer shall declare the ratings.

5.5 Transducer analogue input and output

5.5.1 Transducer analogue input

The manufacturer shall declare the ratings.

5.5.2 Transducer analogue output

The manufacturer shall declare the ratings.

5.6 Frequency

5.6.1 Rated frequency

The standard values of the rated frequency are as follows:

16,7 Hz; 50 Hz; 60 Hz.

5.6.2 Frequency operating range

The preferred frequency operating range of the equipment shall be specified according to one of the following ranges:

–5 % to +5 %; –5 % to +10 %; –10 % to +5 % or –10 % to +10 % of the rated frequency.

For protection equipment designed to operate over a wide frequency range, e.g. generator protection then this frequency range shall be specified.

5.7 Rated burden

The burden for the voltage transformers, current transformers (at rated quantity), power supply (a.c. including power factor/d.c.) at quiescent state and maximum load and for other energized circuits shall be specified.

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

5.8 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

The equipment shall be marked in accordance with IEC 60255-27.

6.2 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.

6.3 Enclosure protection

The equipment shall meet the requirements of IEC 60255-27.

6.4 Product safety requirements

The equipment shall comply with the requirements of IEC 60255-27.

NOTE The product safety requirements include the dielectric tests and thermal short time ratings.

6.5 Functional performance requirements

6.5.1 General

The protection function operation is specified in the functional standards (see the IEC 60255-100 series).

The accuracy requested in the functional standards shall take into account the requirements of 6.5.2 to 6.5.5 unless the functional standard defines a specific alternative definition. In all cases, the manufacturer shall state the limitations on their supplied equipment, i.e. operating time measured from applied voltage and current to output contact operation.

6.5.2 Intrinsic accuracy

6.5.2.1 General

An assigned error of the equipment under the test reference conditions as stated in Table 10 shall be declared by the manufacturer. The actual measurement errors of the equipment shall be less than or equal to the declared value of assigned error under these conditions taking into account the test equipment uncertainty.

When the accuracy is expressed as a percentage it should be expressed as a number selected from the following series:

0,2 %; 0,5 %; 1,0 %; 1,5 %; 2,5 %; 5,0 %; 7,5 %; 10 %; 20 %.

NOTE Annex B gives explanations about intrinsic accuracy and operating accuracy.

The maximum current for equipment operation within its stated accuracy shall be declared by the manufacturer.

6.5.2.2 Accuracy relating to the characteristic quantity

The relay measuring accuracy related to the characteristic quantity as defined in the IEC 60255-100 series shall be expressed as a maximum error. The maximum error shall be verified from 5 consecutive measurements.

The accuracy relating to the characteristic quantity shall be expressed as either:

- an absolute quantity, or
- a percentage of the setting value, or
- a percentage of setting value together with a fixed absolute quantity.

6.5.2.3 Accuracy specification of time delayed elements

The relay measuring accuracy related to operating time as defined in the IEC 60255-100 series shall be expressed as a maximum error. The maximum error shall be verified from at least 5 consecutive measurements.

The accuracy relating to time shall be expressed as either:

- a percentage of time setting, or
- a percentage of the time setting value, together with a fixed minimum time error (where this may exceed the percentage value). For example 5 % or 20 ms, whichever is the greater, or
- a fixed absolute quantity. For example 20 ms.

6.5.2.4 Accuracy specification of instantaneous elements

The relay measuring accuracy related to time reaction of instantaneous elements as defined in the IEC 60255-100 series shall be expressed as a maximum error. The maximum error shall be verified from 5 consecutive measurements.

The maximum operating time shall be expressed as an absolute time. For example 20 ms.

6.5.3 Operating accuracy

The manufacturer shall declare the variations due to influencing quantities or factors, such as temperature, auxiliary energizing quantity, harmonics, frequency, etc. The IEC 60255-100 series defines which influencing quantities are relevant. The determination of variation in error due to changing any one influencing quantity or factor between the limits of its nominal range shall be made under the test reference conditions as stated in Table 10 with the exception of the influencing quantity or factor for which the variation is being determined.

The accuracy with influencing quantities should be expressed as detailed in 6.5.2.

NOTE Annex B gives explanations about intrinsic accuracy and operating accuracy.

6.5.4 Performance under dynamic system conditions

The manufacturer shall declare the dynamic performance of the protection functions in accordance with the relevant protection functional standard (IEC 60255-100 series).

6.5.5 Performance under transient signal conditions

The manufacturer shall declare the transient response of the protection functions in accordance with the relevant protection functional standard (IEC 60255-100 series).

6.5.6 Multifunctional protection relay

The manufacturer should declare the performance of each protection function when used in a multifunctional protection relay.

6.5.7 Programmable logic

The manufacturer shall declare any performance limitation of the protection function when used in conjunction with programmable logic if used.

6.6 Communication protocols

The communication protocols and the type of communication media, used for communication with the equipment, shall be stated by the manufacturer. Protocols preferred are those with an IEC standard. Conformance testing shall be performed to ensure that they comply with the relevant standard or specification.

6.7 Binary input and output

6.7.1 Binary input

The standard arrangement for binary inputs is an opto isolated input. Other forms of input are TTL logic, data messages, i.e. the IEC 61850 series, etc. The manufacturer shall in all cases specify their performance. For an opto isolated input the following requirements apply.

- a) The d.c. only binary inputs shall register a change of state when a valid d.c. voltage is applied; the binary inputs should not register a change of state when a power frequency a.c. voltage is applied in accordance with IEC 60255-22-7.
- b) The d.c. operating voltage rating and other conditions for binary inputs should be as per those specified in 5.2.2.2 and 5.2.2.3. When exceeding the voltage ratings in 5.2.2.3, the deviation shall be agreed between the manufacturer and the user.
- c) For dual rated binary inputs (d.c./a.c.) the operating voltage rating and other conditions for binary inputs should be as per those specified in 5.2.2.1 to 5.2.2.3.

6.7.2 Binary output

The standard arrangement for binary outputs is an output contact. Other forms of output are TTL logic, data messages, i.e. the IEC 61850 series, etc. The manufacturer shall in the case of an output contact specify the ratings as per 6.11. For other outputs the manufacturer shall specify their performance.

6.8 Transducer analogue input and output

6.8.1 Transducer analogue input

The analogue input characteristic shall be defined by the manufacturer but should cover one of the operating ranges defined in IEC 60688.

6.8.2 Transducer analogue output

The analogue output characteristic shall be defined by the manufacturer but should cover one of the operating ranges defined in IEC 60688.

6.9 Input circuit for energizing quantities

6.9.1 Characteristic energizing quantity

The input characteristic shall be defined by the manufacturer.

For equipment operated via an electromagnetic CT, the maximum current for equipment operation within its stated accuracy shall be declared by the manufacturer. The equipment shall be capable of operating within its declared accuracy for an applied current of 20 times rated current (not applicable for undercurrent or sensitive current measurements). In addition

the 1 s short time thermal withstand shall be determined and it shall be verified that the EUT is capable of operating (outside of accuracy range).

For equipment operated via an electromagnetic VT, the maximum voltage for equipment operation within its stated accuracy shall be declared by the manufacturer. In addition the 10 s short time withstand shall be determined and it shall be verified that the EUT is capable of operating (outside of accuracy range).

For equipment designed to take digitized analogue samples over a process bus the manufacturer shall comply with IEC 61850-9-2.

6.9.2 Auxiliary energizing quantity

The input characteristic shall be defined by the manufacturer.

6.10 Burden tests

6.10.1 Burden for voltage transformers

Energizing voltage inputs of the relay are energized at rated input energizing voltage, and the test shall be carried out by voltamperes (VA) measurement. The maximum value of 5 consecutive tests shall be used for burden claim.

6.10.2 Burden for current transformers

Energizing current inputs of the relay are energized at rated input energizing current, and the test shall be carried out by voltamperes (VA) measurement. The maximum value of 5 consecutive tests shall be used for burden claim.

6.10.3 Burden for AC power supply

6.10.3.1 Quiescent state burden

The relay is powered at rated auxiliary energizing voltage without any energizing quantities input, and the test shall be carried out by voltamperes (VA) measurement. The maximum value of 5 consecutive tests shall be used for burden claim.

6.10.3.2 Maximum load

The relay is powered at rated auxiliary energizing voltage, and energized with energizing quantities that cause relay to operate and drive at least 50 % of all outputs. The test shall be carried out by voltamperes (VA) measurement. The maximum value of 5 consecutive tests shall be used for burden claim.

6.10.3.3 Inrush current and power-up duration

The relay is switched on at rated auxiliary energizing voltage without any energizing quantities input. 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 burden claim.

6.10.4 Burden for DC power supply

6.10.4.1 Quiescent state burden

The relay is powered at rated auxiliary energizing voltage without any energizing quantities input and the test shall be carried out by Watt measurement. The maximum value of 5 consecutive tests shall be used for burden claim.

6.10.4.2 Maximum load

The relay is powered at rated auxiliary energizing voltage, and energized with energizing quantities that cause relay to operate and drive at least 50 % of all outputs. The test shall be carried out by Watt measurement. The maximum value of 5 consecutive tests shall be used for burden claim.

6.10.4.3 Inrush current and power-up duration

The relay is switched on at rated auxiliary energizing voltage without any energizing quantities input. 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 burden claim.

6.10.5 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.

6.11 Contact performance

The performance of the equipment contact outputs (mechanical and static) shall be specified according to IEC 61810-1.

The manufacturer shall state the following:

- Contact voltage
- Limiting making capacity
- Contact current, continuous and short duration
- Limiting breaking capacity, d.c. resistive and inductive, a.c. resistive and inductive
- Mechanical and electrical endurance (loaded and unloaded)

Where the contacts of a tripping relay are intended to be connected to tripping coils of switchgear and controlgear, their contact performance shall comply with the following characteristics:

- a) Mechanical endurance
 - Unloaded contact $\geq 10\,000$ cycles
 - Making $\geq 1\,000$ cycles
 - Breaking $\geq 1\,000$ cycles
- b) Limiting making capacity: $\geq 1\,000$ W at $L/R = 40$ ms
- c) Contact current:
 - Continuous ≥ 5 A,
 - Short time ≥ 30 A, 200 ms
 - The duty cycle for the short time rating shall consist of the sequence 200 ms on, 15 s off (current is interrupted by independent means at the end of each on cycle).
- d) Limiting breaking capacity: ≥ 30 W at $L/R = 40$ ms
- e) The manufacturer shall declare the maximum contact voltage for the items a) to d) in accordance with 5.2.2.2.

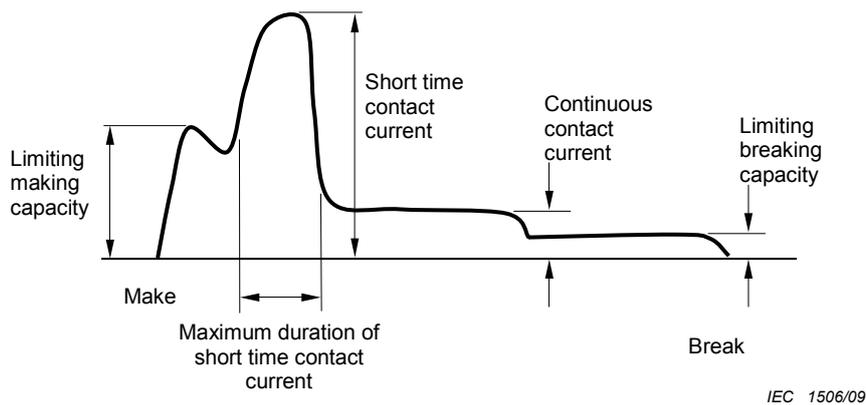


Figure 1 – Contact performance parameters

6.12 Climatic performance

6.12.1 General

The characteristics of the relay shall not vary by more than the published tolerance for temperatures 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 operational accuracy of the equipment (i.e. darkening of LCD display) shall be declared.

The manufacturer shall declare whether operation at the specified accuracy 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 accuracy 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.

NOTE Annex A gives guidance on test settings.

6.12.2 Verification procedure

6.12.2.1 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.

6.12.2.2 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 8 and 9.

6.12.2.3 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.

6.12.2.4 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 $0,1\ \Omega$.

6.12.2.5 Protective bonding continuity – Routine test

The protective bonding continuity shall be checked as part of the routine tests on all equipment as per the requirements of IEC 60255-27.

6.12.3 Climatic environmental tests

6.12.3.1 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 3.

Table 3 – Dry heat test – operational

Subject	Test conditions
Test reference	Test Bd of IEC 60068-2-2
Preconditioning	According to the manufacturer's specifications
Initial measurement	According to 6.12.2
Conditions	Operated at manufacturer's rated load/current ^a
Operational temperature	As per manufacturer's maximum specified operating temperature, value should be chosen from 6.5.2 of IEC 60068-2-2. 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)
Humidity	According to 6.8.2 of IEC 60068-2-2, test Bd
Duration of exposure	16 h minimum
Measuring and/or loading	Correct function at rated load/current
Recovery procedure:	See 6.11 of IEC 60068-2-2.
- 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 10.
- power supply	Power supply switched off
Final measurements	According to 6.12.2
^a The manufacturer should declare the number of binary input circuits, and output relays energized and carrying maximum rated current, during the test.	

6.12.3.2 Cold test – Operational

The operational cold 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 4.

Table 4 – Cold test – Operational

Subject	Test conditions
Test reference	Test Ad of IEC 60068-2-1
Preconditioning	According to the manufacturer's specifications
Initial measurement	According to 6.12.2
Conditions	Operated at manufacturer's rated load/current ^a
Operational temperature	As per manufacturer's minimum specified operating temperature, value should be chosen from 6.6.1 of IEC 60068-2-1. 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)
Humidity	Not applicable
Duration of exposure	16 h minimum
Measuring and/or loading	Correct function at rated load/current
Recovery procedure: - time - climatic conditions - power supply	See 6.12 of IEC 60068-2-1. 1 h minimum to 2 h maximum, all tests to be conducted during that period. Standard reference conditions as stated in Table 10 Power supply switched off
Final measurements	According to 6.12.2
^a The manufacturer should declare the number of binary input circuits, and output relays energized and carrying maximum rated current, during the test.	

6.12.3.3 Dry heat test at maximum storage temperature

The dry heat storage test shall be performed to prove the resistance of the equipment to storage heat. See Table 5.

Table 5 – Dry heat test, storage temperature

Subject	Test conditions
Test reference	Test Bb of IEC 60068-2-2
Preconditioning	According to the manufacturer's specifications
Initial measurement	According to 6.12.2
Conditions	Unenergized
Storage temperature	As per manufacturer's maximum specified storage temperature, value should be chosen from 6.5.2 of IEC 60068-2-2. 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)
Humidity	According to 6.8.2 of IEC 60068-2-2, test Bb
Duration of exposure	16 h minimum
Measuring and/or loading	Not applicable
Recovery procedure:	See 6.11 of IEC 60068-2-2.
- 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 10.
- power supply	Power supply switched off
Final measurements	According to 6.12.2

6.12.3.4 Cold test at minimum storage temperature

The cold storage test shall be performed to prove the resistance of the equipment to cold storage. See Table 6.

Table 6 – Cold test, storage temperature

Subject	Test conditions
Test reference	Test Ab of IEC 60068-2-1
Preconditioning	According to the manufacturer's specifications
Initial measurement	According to 6.12.2
Conditions	Unenergized
Storage temperature	As per manufacturer's minimum specified storage temperature, value should be chosen from 6.6.1 of IEC 60068-2-1. 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)
Humidity	Not applicable
Duration of exposure	16 h minimum
Measuring and/or loading	Not applicable
Recovery procedure: - time - climatic conditions - power supply	See 6.12 of IEC 60068-2-1. 1 h minimum to 2 h maximum, all tests to be conducted during that period. Standard reference conditions as stated in Table 10. Power supply switched off
Final measurements	According to 6.12.2

6.12.3.5 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 7.

Table 7 – Cyclic temperature test

Subject	Test conditions
Test reference	Test Nb: IEC 60068-2-14:2009
Preconditioning	Stabilized in test chamber at 20 °C ± 2 °C, for 1 h
Initial measurement	According to 6.12.2
Conditions	During the test the equipment shall be continuously energized and maintained in the in-service condition, with any influencing quantity set to its reference condition
Temperature	Lower temperature as per manufacturer's minimum specified operating temperature, value should be chosen from 6.6.1 of IEC 60068-2-1. Upper temperature as per manufacturer's maximum specified operating temperature, value should be chosen from 6.5.2 of IEC 60068-2-2. Test cycle, including ramp down and up as per IEC 60068-2-14, Figure 2, ramp rate 1 °C ± 0,2 °C/min, dwell at upper and lower temperatures 3 h.
Duration of exposure	5 cycles
Measuring and/or loading	Equipment loaded according to 6.12.2
Recovery procedure:	See 7.3 of IEC 60068-2-14:2009
- time	1 h minimum, all tests to be conducted after this period.
- climatic conditions	Standard reference conditions as stated in Table 10.
- power supply	Equipment energized
Final measurements	According to 6.12.2
NOTE The manufacturer should declare the number of binary input circuits, and output relays energized during the test.	

6.12.3.6 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 8.

Table 8 – Damp heat steady state test

Subject	Test conditions
Test reference	Test Cab of IEC 60068-2-78
Preconditioning	According to the manufacturer's specifications
Initial measurement	According to 6.12.2
Conditions	During the test the equipment shall be continuously energized and maintained in the in-service condition or as otherwise specified by the manufacturer, with any influencing quantity set to its reference condition
Temperature	As per manufacturer's claim (value should be chosen from Clause 5 of IEC 60068-2-78, tolerance ± 2 °C)
Humidity	(93 ± 3) %
Duration of exposure	10 days minimum
Measuring and/or loading	Equipment loaded according to 6.12.2
Recovery procedure: - time - climatic conditions - power supply	See Clause 9 of IEC 60068-2-78 1 h minimum to 2 h maximum, all tests to be conducted during that period. Standard reference conditions as stated in Table 10. Equipment not energized
Final measurements	According to 6.12.2
NOTE 1 All external and internal condensation should be removed by air flow prior to re-connecting the equipment to a power supply.	
NOTE 2 Guidance should be sought from IEC 60068-3-4 when deciding upon the damp heat test to be applied.	
NOTE 3 The manufacturer should declare the number of binary input circuits and output devices energized during the test.	

6.12.3.7 Cyclic temperature with humidity test

The cyclic temperature with humidity test shall be performed to prove the resistance of the equipment to exposure to high humidity condensing atmospheres. See Table 9.

Table 9 – Cyclic temperature with humidity test

Subject	Test conditions
Test reference	Test Db: IEC 60068-2-30:2005
Preconditioning	1 Stabilized in test chamber at 25 °C ± 3 °C, 60 % ± 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 6.12.2
Conditions	During the test, the equipment shall be continuously energized and maintained in the in-service condition, with any influencing quantity set to its reference condition
Temperature	Lower temperature cycle 25 °C ± 3 °C; Upper temperature cycle: equipment specified for indoor use: 40 °C ± 2 °C; Equipment specified for outdoor use: 55 °C ± 2 °C; Test cycle, including ramp up and down as per IEC 60068-2-30, Figure 2a or 2b
Humidity	97 %, –2 % +3 %, at lower temperature; 93 % ± 3 % at upper temperature; Test cycle, including ramp up and down as per IEC 60068-2-30 Figure 2a or 2b
Duration of exposure	6 of 24 h (12 h + 12 h) cycles
Measuring and/or loading	Equipment loaded according to 6.12.2
Recovery procedure:	See Clause 9 of IEC 60068-2-30
- 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 10.
- power supply	Equipment energized
Final measurements	According to 6.12.2
NOTE The manufacturer should declare the number of binary input circuits, and output relays energized and carrying maximum rated current, during the test.	

6.13 Mechanical requirements

6.13.1 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.

NOTE Annex A gives guidance on test settings.

6.13.2 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.

NOTE Annex A gives guidance on test settings.

6.13.3 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.

NOTE Annex A gives guidance on test settings.

6.14 Pollution

If the EUT is operated within an environment outside the pollution limits defined by Table 1 and Table 2, then measures shall be taken by the equipment user to protect the equipment against these conditions.

6.15 Electromagnetic compatibility (EMC)

The equipment shall comply with the requirements of IEC 60255-26.

NOTE Annex A gives guidance on test settings.

7 Tests

7.1 General

All intrinsic accuracy testing shall be performed with test equipment that has accuracy better than that claimed by the EUT. The actual measurement errors of the EUT shall be less than or equal to the declared value of error taking into account the test equipment measurement uncertainty. 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 10.

Table 10 – 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 supply voltage	Rated power supply voltage ±1 %
Residual voltage ^a	≤1,0 %
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 in accordance with IEC 60255-11.
Waveform	Sinusoidal, distortion factor 5% ^b
Frequency	Rated frequency (50 Hz or 60 Hz) ±0,2 %
^a The vector sum, in a multi-phase system, of all the line-to-earth voltages. ^b Distortion factor: ratio of the harmonic content obtained by subtracting the fundamental wave from a non-sinusoidal harmonic quantity and the r.m.s. value of the non-sinusoidal quantity. It is usually expressed as a percentage.	

7.3 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 quiescent state for a protective relay shall be the energizing quantities applied at rated values and the protection functions set such that the threshold of operation is within twice their accuracy tolerance, e.g. overcurrent protection function with a tolerance of 5 % and a setting of 1 A should be injected with 0,9 A. Additional guidance is given in Annex A.

Type tests and routine tests shall be carried out according to Table 11.

Table 11 – 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
2	Functional requirements: – Steady-state simulation – Dynamic simulation	√	√ ^a	Relevant IEC 60255-100 series	6.5, 6.7, 6.8
3	Product safety requirements ^c (including thermal short time rating)	√	√ ^b	IEC 60255-27	6.4
4	EMC requirements: – Emission – Immunity	√		IEC 60255-26	6.15
5	Energizing quantities: – Burden – Change of auxiliary energizing quantity	√		N/A IEC 60255-11	6.10 6.9
6	Contact performance	√		N/A	6.11
7	Communication requirements	√		Relevant IEC protocol standards	6.6
8	Climatic environmental requirements: – Cold – Dry heat – Change of temperature – Damp heat	√		IEC 60068-2-14, IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2, IEC 60068-2-78, IEC 60068-2-30, IEC 60255-27	6.12
9	Mechanical requirements: – Shock – Vibration – Bump – Seismic	√		IEC 60255-21-1, IEC 60255-21-2, IEC 60255-21-3	6.13
10	Enclosure protection	√		IEC 60529, IEC 60255-27	6.3
NOTE The symbol √ means that the test is mandatory.					
^a Depending upon the operation of the equipment, the manufacturer shall set up the appropriate testing process in order to guarantee the accuracy of the characteristic quantities and operate time of the relays.					
^b Only test for dielectric and protective bonding continuity, see IEC 60255-27.					
^c The product safety requirements include the dielectric tests and thermal short-time rating.					

7.4 Type 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) 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;
- r) if required, the test report shall be in accordance with that given in the relevant IEC 60255 series (e.g. the IEC 60255-22 series, and IEC 60255-25).

8 Marking, labelling and packaging

The equipment should be marked and labelled in accordance with the requirements of IEC 60255-27.

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.

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

Annex A (informative)

Type testing guidelines

A.1 General

EMC, mechanical and environmental testing requires the EUT to be in a various states defined in the various lower level standards. Measuring relays and protection equipment have many different types of input/output ports, including current and voltage inputs, whose measured values can be used by protection functions. Due to the complexity of modern software-based protection, these functions can have a large number of settings, making testing with all possible settings very difficult.

This informative annex does not aim at addressing every specific case, but aims at giving testing guidelines for verifying the basic protection functions. These guidelines have to be adapted to each function. For instance, distance protection functions, differential protection functions or generator protection functions are not covered by this annex.

A.2 Testing guidelines

A.2.1 Introductory remark

It is the manufacturer's responsibility to perform tests that cover the specified range of settings relevant to the particular product in order to verify the correct operation of the equipment.

The following guidance aims at helping designers during design phase and/or type testing. Guidance specified in relevant lower level standards shall be used where available.

These guidelines are for EMC, mechanical and environmental testing but can be applied to other tests.

A.2.2 Typical test point(s) for each measuring input

A typical test point is a specific value in a range that is used (possibly in conjunction with other typical test points) to check the compliance of a product for the full range of operation.

For each measuring input, the most sensitive setting(s) in the range should be looked for by the manufacturer. Usually, the lowest value in the range, or the value corresponding to an amplifier gain change, may be the most sensitive setting according to disturbances.

These sensitive points should be used as typical test points.

A.2.3 Activated protection functions

Integrated protection relays should have each measuring input used by at least two protection functions:

- one using an overcurrent or overvoltage protection function; and
- one using an undercurrent or undervoltage protection function.

It is the responsibility of the manufacturer to choose the relevant functions.

A table such as Table 1 should be filled in and documented in the type test report.

Table A.1 – Example of protection functions that may be used during tests

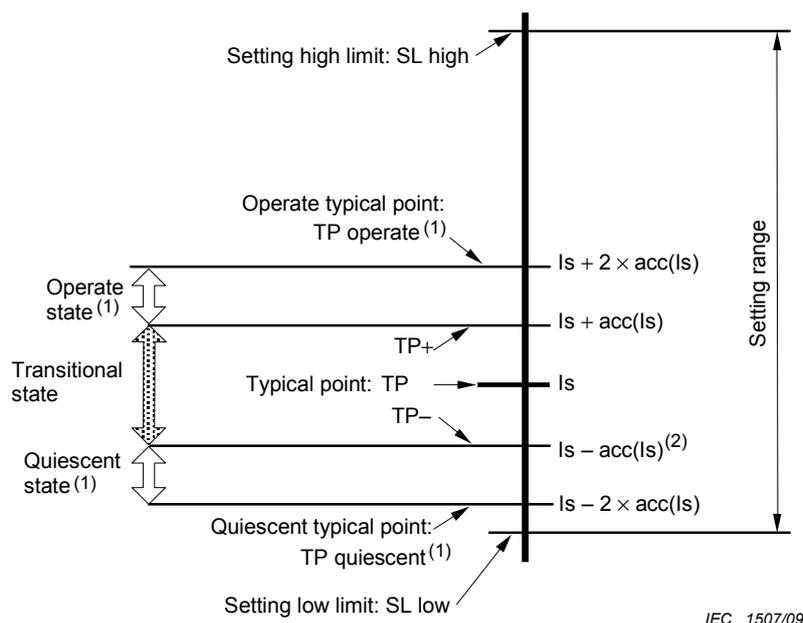
Isolated measuring input	Overcurrent or overvoltage protection functions	Undercurrent or undervoltage protection functions
Current input	Phase overcurrent protection	Phase undercurrent protection
Residual current input	Earth fault	---
Voltage input	Phase overvoltage protection	Phase undervoltage protection
Residual voltage input	Neutral voltage displacement	---

A.2.4 Test values

The typical test points should be used. For each typical test point, the tests should be carried out with input energizing quantities applied to the appropriate circuits. The values of the input energizing quantities may be within twice the assigned accuracy of the transitional state below and above the operate value, see Table A.2. The auxiliary energizing supply shall be equal to the rated value, where applicable.

A.2.5 Time delay

Time delay settings of the equipment should be set to the minimum practical values as defined by their intended application.



IEC 1507/09

Key

(1) This figure is valid for example for overcurrent or overvoltage protections. For undercurrent or undervoltage protections, replace “operate” by “quiescent” and vice versa.

(2) $acc(I_s)$ = accuracy at I_s value, e.g. $acc(I_s) = 5\%$ at $I_s = A$. In this case, $TP = 1 A$; $TP+ = 1,05 A$; $TP- = 0,95 A$; $TP\ operate = 1,1 A$; $TP\ quiescent = 0,9 A$.

Figure A.1 – Definition of operate, transitional and quiescent states

NOTE Where the accuracy of the element under test is small then the hysteresis of the element should also be taken into account.

Table A.2 – Example of EMC test conditions for measuring inputs

	For transient EM phenomena: 1 MHz burst, ESD, fast transient burst and surges	For permanent EM phenomena: radiated EM field and conducted disturbances
Quiescent state (see Figure 1)	Select values for the measuring inputs so that the equipment is at "TP quiescent". Then perform the EMC tests, and check that no trip signal is issued. ^c	Select values for the measuring inputs so that the equipment is at "TP quiescent". Then perform the EMC tests, and check that no trip signal is issued. ^c
Operate state (see Figure 1)	Adjust the values for the measuring inputs so that the equipment changes from "TP quiescent" to "TP operate", and verify that the trip signal is issued. ^{a, b, c} Then perform the EMC tests, and check that the trip signal is held during the application of the tests. ^{a, b, d}	For each spot frequency specified, alter the values for the measuring inputs so that the equipment changes from the "TP quiescent" to the "TP operate". Then verify that the trip signal is issued and held during the application of this test. ^c
<p>^a Not mandatory for ESD test, see IEC 60255-22-2.</p> <p>^b Not mandatory for surge test, see IEC 60255-22-5.</p> <p>^c This requirement is for time delayed trip signals, not instantaneous trips.</p> <p>^d Some devices have a blocking logic, which will cause the relay to reset trip signal after time delay when the current is hold on. In this case, the test duration should be shorter than this blocking time delay.</p>		

Annex B (informative)

Intrinsic, operating and overall system accuracy

B.1 General

The relationship between intrinsic, operating and overall system accuracy are shown graphically in Figure B.1.

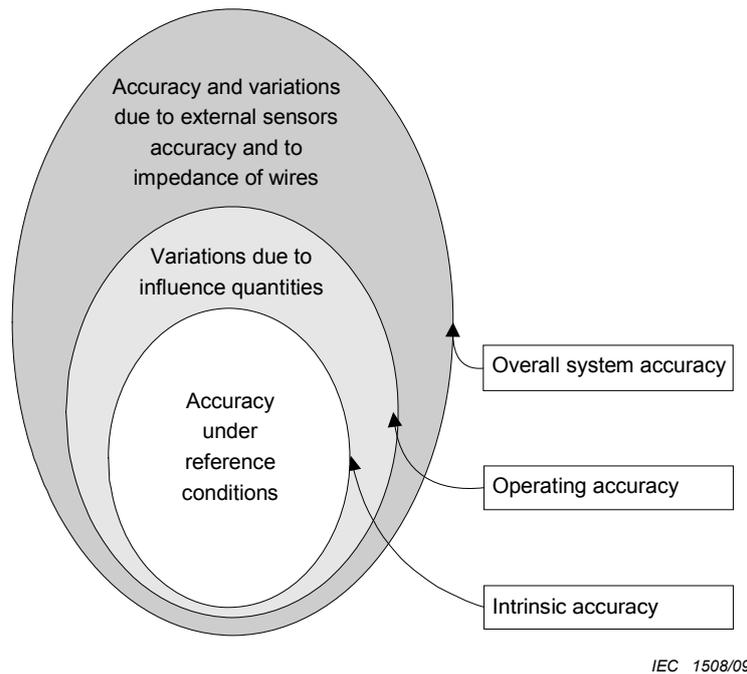


Figure B.1 – Different kind of accuracies

B.2 Intrinsic accuracy

Intrinsic accuracy includes instrument uncertainty under reference conditions.

B.3 Operating accuracy

Operating accuracy includes intrinsic accuracy and variations due to influence quantities. The additional variations should be stated for each influencing quantity.

B.4 Overall system accuracy

Overall system accuracy includes operating accuracy and variation due to impedance of wires and variations due to sensors accuracy.

B.5 Example

Let us consider the current measurement function of a protection equipment, measuring a current from $0,1 I_n$ to $20 I_n$, with $I_n = 100$ A.

- The first test will be carried out under reference conditions, e.g. at $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, with 40 % to 60 % RH, a sinusoidal waveform at 50 Hz (or 60 Hz) $\pm 0,2\%$, with no voltage unbalance and no external EMC influencing factors. Let us assume that on the whole measuring range ($0,1 I_n$ to $20 I_n$), at worst the function will measure 998 A instead of the 1 000 A injected current. The intrinsic uncertainty is 2 A out of 1 000 A, meaning 0,2 % intrinsic accuracy. The following tests will be carried out for instance at I_n (100 A). Let us assume that under reference conditions the measured current is 99,8 A.
- The second test will be carried out under reference conditions excluding temperature. Let us assume that on the whole temperature range (e.g. -25 °C to $+70\text{ °C}$), at worst the function will measure 99,7 A instead of the 99,8 A previously measured. The variation due to temperature influence is then 0,1 A out of 99,8 A, meaning a 0,1% deviation.
- The third test will be carried out under reference conditions excluding frequency. Let us assume that on the whole frequency range (e.g. -5% to $+5\%$), at worst the function will measure 99,825 A instead of the 99,8 A previously measured. The variation due to frequency influence is then 0,025 A out of 99,8 A meaning a 0,025 % deviation.
- The fourth test will be carried out under reference conditions including harmonics. Let us assume that on the whole harmonics range (e.g. 10 % with 3rd harmonic, 12 % with 5th harmonic, ...) at worst the function will measure 99,805 A instead of the 99,8 A previously measured. The variation due to harmonics influence is then 0,005 A out of 99,8 A, meaning a 0,005 % deviation.

It is then possible to calculate operational accuracy with the following formula:

$$\text{Operating accuracy} = |\text{Intrinsic accuracy}| + 1,15 \times \sqrt{\sum_{i=1}^N (\text{variation due to influence quantities})^2}$$

$$\text{Operating accuracy} = |0,2| + 1,15 \times \sqrt{0,1^2 + 0,025^2 + 0,005^2} = 0,32\%$$

It is then possible to calculate overall system accuracy (assuming the current sensor is a class 0,5 sensor and assuming there are short wires) with the following formula:

$$\text{Overall system accuracy} = 1,15 \times \sqrt{(\text{operating accuracy})^2 + \sum_{i=1}^N (\text{sensor/wiring accuracy})^2}$$

$$\text{Overall system accuracy} = 1,15 \times \sqrt{(0,32)^2 + (0,5)^2} = 0,68\%$$

Annex C (informative)

Guidance on dependability

C.1 Overview

Figure C.1 gives an overview of the fields that may be of interest for protection relays.

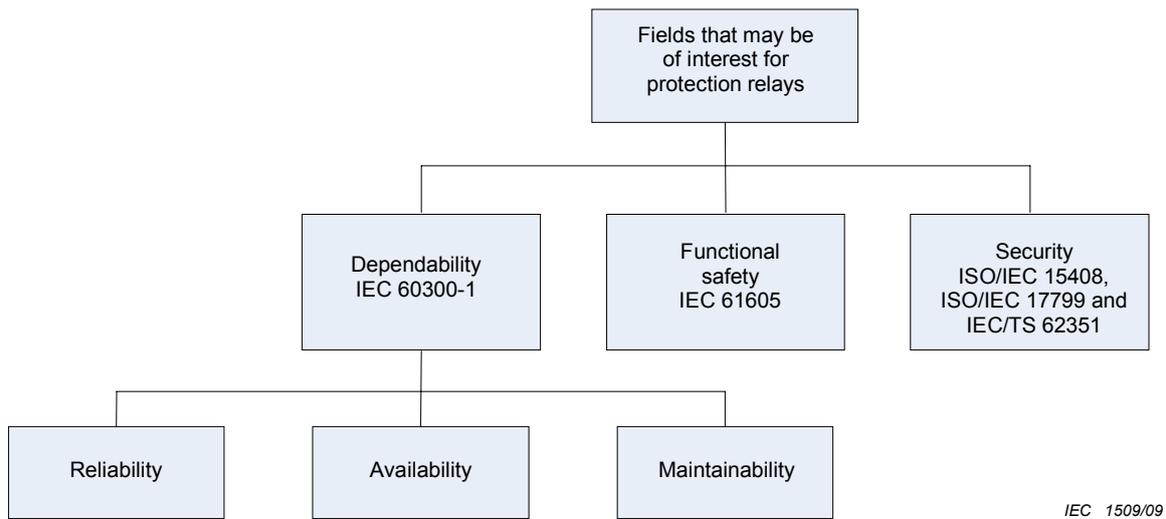


Figure C.1 – Overview of fields that may be of interest for protection relays

C.2 Functional safety and security aspects

Functional safety aspects should be considered, e.g. IEC 61508 [3] and ISO/IEC Guide 51[4].

For security aspects ISO/IEC 17799 [5] and the ISO/IEC 15408[6] and IEC/TS 62351[7] series apply.

NOTE The concept of security differs from the one given in IEC 60050-448[8].

C.3 Parameters to measure

The following scheme explains the different phases between failures:

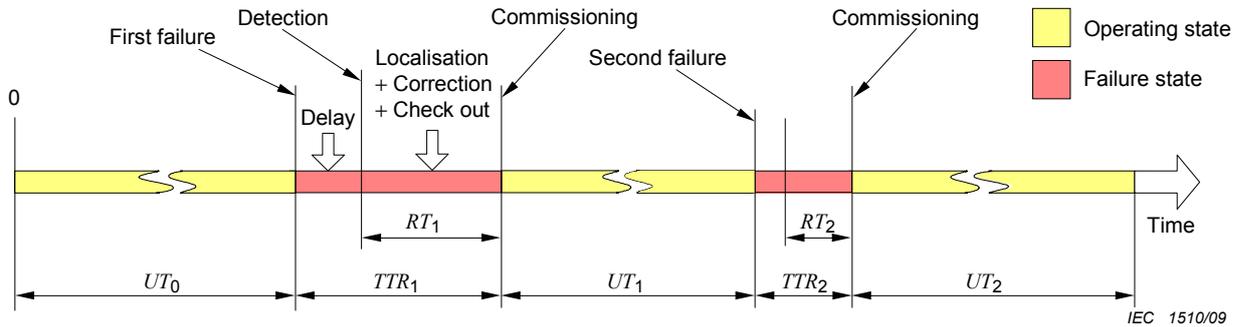


Figure C.2 – Failure detection chart

Table C.1 – Definitions of symbols

IEC 60050-191 reference	Definition	Symbol
IEV 191-09-11	Up time	<i>UT</i>
IEV 191-09-08	Down time ^a	<i>DT</i>
IEV 191-08-16	Repair time	<i>RT</i>
IEV 191-07-25	Recovery	---
---	Time to recovery	<i>TTR</i>

^a Down time includes both corrective maintenance (TTR) and preventative maintenance.

Table C.2 – Meaning of terms defined in IEC 60050-191 for protection relays

IEC 60050-191 reference	Definition	Meaning
191-12-06	Mean time to first failure	$MTTFF = UT_0$
191-12-07	Mean time to failure	$MTTF = \frac{\sum_0^n UT_i}{n+1}$
191-12-08	Mean time between failures	Mean time between failures = $\frac{\sum_1^n UT_i + TTR_i}{n}$
191-12-09	Mean operating time between failures	$MTBF = \frac{\sum_1^n UT_i}{n}$
191-11-11	Mean up time	$MUT = \frac{\sum_0^n UT_i}{n+1}$
191-11-12	Mean down time	$MDT = \frac{\sum_1^n DT_i}{n}$

IEC 60050-191 reference	Definition	Meaning
191-13-08	Mean time to recovery	$MTTR = \frac{\sum_1^n TTR_i}{n}$
191-13-05	Mean repair time	$MRT = \frac{\sum_1^n RT_i}{n}$
<p>NOTE 1 Down time includes both corrective maintenance (TTR) and preventive maintenance. Therefore, MDT is different from MTTR and MUT is different from MTBF.</p> <p>NOTE 2 For non repairable equipment, MTF and MTFF are the same.</p>		

Bibliography

- [1] IEEE Std C37.118:1995, *IEEE standard for synchrophasors for power systems*
 - [2] IEEE Std C37.2:1996, *IEEE standard electrical power system device function numbers and contact designations*
 - [3] IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*
 - [4] ISO/IEC Guide 51, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*
 - [5] ISO/IEC 17799, *Information technology – Security techniques – Code of practice for information security management*
 - [6] ISO/IEC 15408 (all parts), *Information technology – Security techniques – Evaluation criteria for IT security*
 - [7] IEC/TS 62351 (all parts), *Power systems management and associated information exchange – Data and communications security*
 - [8] IEC 60050-448, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 448: Power system protection*
 - [9] IEC 60255-5:2000, *Electrical relays – Part 5: Insulation coordination for measuring relays and protection equipment – Requirements and tests*
 - [10] IEC 60300-1, *Dependability management – Part 1: Dependability management systems*
-

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	49
INTRODUCTION.....	51
1 Domaine d'application	53
2 Références normatives.....	53
3 Termes et définitions	55
4 Conditions d'environnement	58
4.1 Généralités.....	58
4.2 Conditions d'environnement normales	58
4.3 Conditions d'environnement particulières	59
4.4 Conditions de stockage	59
5 Caractéristiques	59
5.1 Généralités.....	59
5.2 Tension assignée	60
5.2.1 Tension d'alimentation d'entrée	60
5.2.2 Tension d'alimentation auxiliaire.....	60
5.2.3 Tension assignée d'isolement.....	60
5.3 Courant assigné	61
5.3.1 Courant d'alimentation d'entrée	61
5.3.2 Courant d'alimentation auxiliaire.....	61
5.4 Entrée et sortie TOR	61
5.4.1 Entrée TOR	61
5.4.2 Sortie TOR	61
5.5 Entrée et sortie d'un transducteur analogique.....	61
5.5.1 Entrée d'un transducteur analogique	61
5.5.2 Sortie d'un transducteur analogique	61
5.6 Fréquence	61
5.6.1 Fréquence assignée	61
5.6.2 Domaine de fonctionnement de la fréquence	61
5.7 Charge assignée	62
5.8 Températures ambiantes nominales de fonctionnement	62
6 Conception et construction	62
6.1 Marquage.....	62
6.2 Dimensions	62
6.3 Enveloppe de protection.....	62
6.4 Exigences de sécurité des produits	62
6.5 Exigences relatives aux caractéristiques fonctionnelles.....	62
6.5.1 Généralités.....	62
6.5.2 Précision intrinsèque	63
6.5.3 Précision de fonctionnement.....	64
6.5.4 Performance dans les conditions dynamiques du système.....	64
6.5.5 Performance dans les conditions transitoires du signal.....	64
6.5.6 Relais de protection intégré.....	64
6.5.7 Logique programmable	64
6.6 Protocoles de communication.....	64
6.7 Entrée et sortie TOR	64

6.7.1	Entrée TOR	64
6.7.2	Sortie TOR	65
6.8	Entrée et sortie analogique d'un transducteur.....	65
6.8.1	Entrée analogique du transducteur	65
6.8.2	Sortie analogique du transducteur	65
6.9	Circuit d'entrée pour les grandeurs d'alimentation	65
6.9.1	Grandeurs d'alimentation caractéristiques	65
6.9.2	Grandeurs d'alimentation auxiliaires	65
6.10	Essai de charge	65
6.10.1	Charge pour les transformateurs de tension	65
6.10.2	Charge pour les transformateurs de courant	66
6.10.3	Charge pour une tension alternative d'alimentation.....	66
6.10.4	Charge pour tension continue d'alimentation	66
6.10.5	Charge pour les entrées TOR	66
6.11	Caractéristiques fonctionnelles des contacts	67
6.12	Performances climatiques	68
6.12.1	Généralités.....	68
6.12.2	Méthode de vérification	68
6.12.3	Essais d'environnement climatique	69
6.13	Exigences mécaniques	74
6.13.1	Comportement aux vibrations et endurance (sinusoïdal).....	74
6.13.2	Réponse aux chocs, tenue aux chocs et secousses.....	74
6.13.3	Essais sismiques	75
6.14	Pollution	75
6.15	Compatibilité électromagnétique (CEM).....	75
7	Essais	75
7.1	Généralités.....	75
7.2	Conditions de référence pour les essais	75
7.3	Vue d'ensemble des essais	76
7.4	Contenu du rapport d'essai de type	77
8	Marquage, étiquetage et emballage.....	78
9	Règles pour le transport, le stockage, l'installation, le fonctionnement et la maintenance.....	78
10	Documentation de produit.....	79
	Annexe A (informative) Indications pour l'essai de type	80
	Annexe B (informative) Précision intrinsèque, précision de fonctionnement et précision globale du système	84
	Annexe C (informative) Lignes directrices sur la sûreté de fonctionnement	86
	Bibliographie.....	89
	Figure 1 – Paramètres de performance des contacts	67
	Figure A.1 – Définition des états de fonctionnement, de transition et de repos.....	82
	Figure B.1 – Différentes sortes de précisions.....	84
	Figure C.1 – Vue d'ensemble des champs d'intérêt pour les relais de protection.....	86
	Figure C.2 – Organigramme de détection de pannes.....	87

Tableau 1 – Conditions d’environnement normales	58
Tableau 2 – Conditions d’environnement particulières	59
Tableau 3 – Essai de chaleur sèche – Fonctionnel.....	70
Tableau 4 – Essai au froid – Fonctionnel	70
Tableau 5 – Essai de chaleur sèche, température de stockage	71
Tableau 6 – Essai au froid, température de stockage	71
Tableau 7– Essai de températures cycliques	72
Tableau 8 – Essai continu de chaleur humide	73
Tableau 9 – Essai cyclique de température avec humidité	74
Tableau 10 – Conditions de référence pour les essais	76
Tableau 11 – Vue d’ensemble des essais	77
Tableau A.1 – Exemple de fonctions de protection qui peuvent être utilisées pendant l’essai	81
Tableau A.2 – Exemple des conditions d’essai CEM pour les entrées de mesure.....	83
Tableau C.1 – Définitions des symboles	87
Tableau C.2 – Signification des termes définis dans la CEI 60050-191 pour les relais de protection.....	87

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RELAIS DE MESURE ET DISPOSITIFS DE PROTECTION –

Partie 1: Exigences communes

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60255-1 a été établie par le comité d'études 95 de la CEI: Relais de mesure et dispositifs de protection.

Cette norme annule et remplace la deuxième édition de la CEI 60255-6, parue en 1988 et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
95/252FDIS	95/257/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60255, présentées sous le titre général *Relais de mesure et dispositifs de protection*, 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 maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

NUMÉROTATION DES NORMES TOMBANT SOUS LA RESPONSABILITÉ DU CE 95

En accord avec la décision prise lors de la réunion du comité d'études 95 à Paris le 06/04/2006 (point 12 du 95/191/RM) un nouveau système de numérotation des normes tombant sous la responsabilité du CE 95 sera établi. La numérotation des normes suivra le principe suivant:

- les normes communes commenceront avec la CEI 60255 –;
- les normes fonctionnelles de protection commenceront avec la série CEI 60255-100;
- les guides d'application commenceront avec la série CEI 60255-200;

La série CEI 60255, sous le titre général *Relais de mesure et dispositifs de protection*, comprend les parties suivantes: Cinq parties seront renumérotées (les Parties 3, 8, 12, 13 et 16) et la Partie 6 sera remplacée par la Partie 1.

a) Normes communes:

- Partie 1: Exigences communes
- Partie 11: Coupures et composante alternative (ondulation) en courant continu de la grandeur d'alimentation auxiliaire
- Partie 21: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables
- Partie 22: Essais d'influence électrique
- Partie 24: Format commun pour l'échange de données transitoires (COMTRADE) dans les réseaux électriques
- Partie 25: Essais d'émission électromagnétique
- Partie 26: Exigences de compatibilité électromagnétique
- Partie 27: Exigences de sécurité

b) Normes fonctionnelles de protection:

- 121 Exigences fonctionnelles pour la protection de distance (révision de la CEI 60255-16)
- 124 Exigences fonctionnelles pour la protection volts par hertz
- 125 Exigences fonctionnelles pour la synchronisation ou la vérification du synchronisme
- 127 Exigences fonctionnelles pour la protection à minimum ou maximum de tension (révision de la CEI 60255-3) (y compris phase, neutre, résiduelle et composante inverse)
- 132 Exigences fonctionnelles pour la protection à minimum ou maximum de puissance (révision de la CEI 60255-12) (y compris la puissance active et réactive et le facteur de puissance)
- 140 Exigences fonctionnelles pour la protection de perte d'excitation
- 149 Exigences fonctionnelles pour la protection thermique (révision de la CEI 60255-8)
- 151 Exigences fonctionnelles pour la protection à minimum ou maximum de courant (révision de la CEI 60255-3) (y compris phase, terre, résiduel et composante inverse)
- 160 Exigences fonctionnelles pour la protection de déséquilibre de tension et de courant
- 167 Exigences fonctionnelles pour la protection en courant directionnel
- 178 Exigences fonctionnelles pour la protection oscillation de puissance ou de perte de synchronisme

- 179 Exigences fonctionnelles pour le réenclenchement
- 181 Exigences fonctionnelles pour relais de fréquence (y compris, minimum, maximum, vitesse de variation)
- 185 Exigences fonctionnelles pour la fonction de téléprotection
- 187 Exigences fonctionnelles pour la protection différentielle (révision de la CEI 60255-13) (y compris générateur, transformateur, jeu de barre, ligne et les terre restreinte)
- 195 Exigences fonctionnelles pour la mesure de synchronisme

NOTE 1 La norme fonctionnelle pour les mesure de synchronisme de phase peut être élaborée à partir de la norme IEEE Std C37.118:1995[1]¹.

NOTE 2 Les deux derniers chiffres de la partie de la norme fonctionnelle proposée, de la nouvelle numérotation, correspondent aux numéros de fonctions de dispositif tels qu'établis dans la IEEE Std C37.2:1996[2].

c) Rapports techniques:

Partie 200: Guide d'application pour la protection de générateur

Partie 201: Guide d'application pour la protection de moteur

Partie 202: Guide d'application pour la protection de transformateur

Partie 203: Guide d'application pour la protection de bobine d'inductance

Partie 204: Guide d'application pour la protection de bus

Partie 205: Guide d'application pour la protection de ligne

Partie 206: Guide d'application pour la protection contre la défaillance d'un disjoncteur

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

RELAIS DE MESURE ET DISPOSITIFS DE PROTECTION –

Partie 1: Exigences communes

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60255 spécifie les exigences et les règles communes applicables aux relais de mesure et dispositifs de protection, y compris toute combinaison de dispositifs pour former des systèmes pour la protection de réseaux d'alimentation, tels que des dispositifs de commande, de surveillance et d'interface processus dans le but d'obtenir l'uniformité des exigences et des essais.

Tous les relais de mesure et dispositifs de protection utilisés pour la protection dans l'environnement du réseau d'alimentation sont couverts par la présente norme. D'autres normes de cette série peuvent définir leurs propres exigences qui, dans de tels cas doivent prévaloir.

Pour des applications spécifiques (maritimes, aérospatiales, les atmosphères explosives, ordinateurs, etc), les règles générales dans la présente norme peuvent-être renforcées par des exigences spéciales supplémentaires.

Les exigences sont applicables uniquement aux relais à l'état neuf. Tous les essais dans la présente norme sont des essais de type, sauf déclaration contraire.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60044-1:1996, *Transformateurs de mesure – Partie 1: Transformateurs de courant*

CEI 60044-2:1997, *Transformateurs de mesure – Partie 2: Transformateurs inductifs de tension*

CEI 60044-5:2004, *Transformateurs de mesure – Partie 5: Transformateurs condensateurs de tension*

CEI 60044-7:1999, *Transformateurs de mesure – Partie 7: Transformateurs de tension électroniques*

CEI 60044-8:2002, *Transformateurs de mesure – Partie 8: Transformateurs de courant électroniques*

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

CEI 60050-447:2009, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 447: Relais de mesure*

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

- CEI 60068-2-2:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*
- CEI 60068-2-14:2009, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*
- CEI 60068-2-30:2005, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*
- CEI 60068-2-78:2001, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*
- CEI 60068-3-4:2001, *Essais d'environnement – Partie 3-4: Documentation d'accompagnement et guide – Essais de chaleur humide*
- CEI 60255-11:2008, *Relais de mesure et dispositifs de protection – Partie 11: Creux de tension, coupures brèves, variations et ondulation sur l'accès alimentation auxiliaire*
- CEI 60255-21-1:1988, *Relais électriques – Partie 21-1: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection – Essais de vibrations (sinusoïdales)*
- CEI 60255-21-2:1988, *Relais électriques – Partie 21-2: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection – Essais de chocs et de secousses*
- CEI 60255-21-3:1993, *Relais électriques – Partie 21-3: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection – Essais de tenue aux séismes*
- CEI 60255-22-2:2008, *Relais de mesure et dispositifs de protection – Partie 22-2: Essais d'influence électrique – Essais de décharge électrostatique*
- CEI 60255-22-4:2008, *Relais de mesure et dispositifs de protection – Partie 22-4: Essais d'influence électrique – Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*
- CEI 60255-22-5:2008, *Relais de mesure et dispositifs de protection – Partie 22-5: Essais d'influence électrique – Essais d'immunité aux ondes de choc*
- CEI 60255-22-7:2003, *Relais électriques – Partie 22-7: Essais d'influence électrique concernant les relais de mesure et dispositifs de protection – Essais d'immunité aux fréquences industrielles*
- CEI 60255-25:2000, *Relais électriques – Partie 25: Essais d'émission électromagnétique pour relais de mesure et dispositifs de protection*
- CEI 60255-26:2008, *Relais de mesure et dispositifs de protection – Partie 26: Exigences de compatibilité électromagnétique*
- CEI 60255-27:2005, *Relais de mesure et dispositifs de protection – Partie 27: Exigences de sécurité*
- CEI 60255-100 (toutes les parties), *Relais de mesure et dispositifs de protection – Parts 1XX: Normes fonctionnelles de protection*

CEI 60297-3-101:2004, *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* (disponible uniquement en anglais)

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60688, *Transducteurs électriques de mesure convertissant les grandeurs électriques alternatives en signaux analogiques ou numériques*

CEI 60721-3-3, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3-3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Utilisation à poste fixe, protégé contre les intempéries*

CEI/TR 61000-2-5:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 5: Classification des environnements électromagnétiques – Publication fondamentale en CEM*

CEI 61810-1, *Electromechanical elementary relays – Part 1: General requirements* (disponible uniquement en anglais)

CEI 61810-2, *Relais électromécaniques élémentaires – Partie 2: Fiabilité*

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

IEC 61850-9-2, *Communication networks and systems in substations – Part 9-2: Specific Communication Service Mapping (SCSM) – Sampled values over ISO/IEC 8802-3* (disponible uniquement en anglais)

3 Termes et définitions

Pour les besoins de ce document, les termes et définitions de la norme CEI 60050-447, ainsi que les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

erreur absolue

différence entre une valeur mesurée de fonctionnement de la grandeur caractéristique ou une valeur mesurée d'une durée spécifique et sa valeur déclarée (par exemple la valeur de réglage)

3.2

composante alternative

en courant continu est exprimée en pourcentage, de la différence entre la valeur maximale U_{\max} et la valeur minimale U_{\min} d'une tension pulsatoire continue à la valeur moyenne U_0 de cette tension.

$$\frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_0} \times 100\%$$

3.3

entrées et sorties analogiques

entrées/sorties de courant ou de tension dont les valeurs sont directement proportionnelles aux grandeurs physiques mesurées, c'est-à-dire l'entrée du transducteur

3.4

erreur assignée

limites d'erreur à l'intérieur desquelles le constructeur déclare que tout matériel d'un type donné fonctionne dans les conditions de référence

3.5

entrées/sorties TOR

entrées/sorties qui ont soit un état actif soit un état inactif et peuvent être soit des connexions physiques ou alimentés via un accès de communication

3.6

performance dynamique

caractéristiques définissant l'aptitude des relais à réaliser les fonctions prévues en cas de défaut (par exemple défaut entre une phase et la terre) et/ou des conditions anormales du système qui se produisent à la fréquence du réseau d'alimentation (par exemple: oscillations de puissance, harmoniques, etc.)

3.7

équipement

appareil unique ou ensemble de dispositifs ou appareils, ou ensemble des dispositifs principaux d'une installation, ou ensemble des dispositifs nécessaires à l'accomplissement d'une tâche particulière

NOTE 1 Des exemples d'équipements sont un transformateur de puissance, des matériels d'une sous-station, des matériels de mesure.

NOTE 2 Pour les besoins de la présente norme, l'équipement est un relais de mesure et dispositif de protection

3.8

matériel sous test

EST

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

3.9

grandeur d'influence

grandeur qui n'est pas essentielle au fonctionnement d'une entité mais qui a un effet sur son comportement, par exemple, la température, l'humidité, etc.

3.10

relais intégré de protection

appareil unique prenant une plage de mesure d'entrée et réalisant une multitude de fonctions de protection sur ces mêmes mesures

3.11

précision intrinsèque

qualité qui caractérise l'aptitude du matériel, lorsqu'il est utilisé dans les conditions de référence, à fonctionner à des valeurs proches des valeurs de fonctionnement réelles des grandeurs d'alimentation d'entrée et à la fois proche des valeurs de réglage de temps ou des temps de fonctionnement absolus déclarés

NOTE 1 Voir l'Annexe B, pour des informations complémentaires.

NOTE 2 La précision intrinsèque ne dépend que de l'incertitude associée à la mesure des composants d'un relais de mesure et dispositif de protection dans les conditions de référence.

NOTE 3 La précision est d'autant mieux lorsque la valeur de fonctionnement est plus proche de la valeur vraie correspondante et à la fois proche des valeurs de réglage de temps ou du temps absolu déclaré.

3.12**valeur moyenne des mesures**

quotient de la somme algébrique des valeurs mesurées par le nombre de mesures

NOTE La valeur moyenne peut être exprimée comme une valeur absolue, une valeur relative ou un pourcentage de sa valeur de réglage.

3.13**utilisation normale**

utilisation d'un matériel installé et utilisé dans des conditions de fonctionnement normales, avec tous les capots et les mesures de protection mis en œuvre

3.14**précision de fonctionnement**

qualité qui caractérise l'aptitude d'un matériel, lorsqu'il est soumis aux grandeurs d'influence dans leurs gammes de tolérances, pour fonctionner à des valeurs proches des valeurs de fonctionnement réelles des grandeurs d'alimentation d'entrée et à la fois proche des valeurs d'ajustement de temps ou des temps de fonctionnement absolus déclarés

NOTE 1 Voir l'Annexe B, pour des informations complémentaires.

NOTE 2 La précision de fonctionnement des relais de mesure de dispositifs de protection dépend de la précision intrinsèque et de l'incertitude associée à la variation de la performance des composants en raison des grandeurs d'influence.

NOTE 3 La précision est d'autant mieux lorsque la valeur de fonctionnement est plus proche de la valeur vraie correspondante et à la fois proche des valeurs d'ajustement de temps ou du temps absolu déclaré.

3.15**précision de l'ensemble du système**

précision d'un système de protection, tenant compte de la précision intrinsèque et de la précision de fonctionnement du matériel, à laquelle s'ajoutent les incertitudes et les variations dues à la précision des capteurs externes et des fils extérieurs

NOTE Voir l'Annexe B, pour des informations complémentaires.

3.16**relais primaire**

relais de mesure alimenté directement par le courant ou la tension d'un circuit principal, sans interposition d'un transformateur de mesure, shunt ou transducteur ou avec un transformateur de mesure intégré

3.17**famille de produits**

gamme de produits basée sur une plate-forme matériel et/ou logiciel commune

3.18**essai individuel de série**

essai de conformité effectué sur chaque entité en cours ou en fin de fabrication

3.19**relais secondaire**

relais de mesure alimenté par la grandeur (par exemple le courant électrique ou la tension) issue d'un transformateur de mesure ou d'un transducteur

3.20**relais sur shunt**

relais de mesure alimenté par le courant dérivé d'un circuit principal par l'intermédiaire d'un shunt

3.21

réponse transitoire

réaction du relais dans les conditions transitoires du système qui ne se produisent pas à la fréquence du réseau d'alimentation (par exemple appel magnétisant, les transitoires du transformateur capacitif de tension, etc.)

3.22

essai de type

essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée, pour vérifier si ces dispositifs sont conformes aux exigences de la norme concernée.

4 Conditions d'environnement

4.1 Généralités

Cet article spécifie les conditions d'environnement pour le matériel protégé contre les intempéries lors d'utilisation à poste fixe, de maintenance et de réparation.

4.2 Conditions d'environnement normales

Les relais de mesure et dispositifs de protection sont destinés à être utilisés dans les conditions de service normales figurant au Tableau 1.

Tableau 1 – Conditions d'environnement normales

Agents d'environnement		Conditions
Température de l'air ambiant ^a	Limite supérieure	≤ +55 °C
	Limite inférieure	≥ -10 °C ^e
Rayonnement solaire		Négligeable
Altitude		≤ 2 000 m
Pollution de l'air par la poussière, le sel, la fumée, gaz corrosif et/ou inflammable, les vapeurs		Aucune pollution significative de l'air ^b
Humidité relative: valeur moyenne sur une période de 24 h		De 5 % à 95 % ^c
Vibrations, secousses sismiques		Selon la série CEI 60255-21 environnement, Classe 0 ou Classe 1
Perturbations électromagnétiques		L'environnement électromagnétique défini par les niveaux d'essai d'immunité de la CEI 60255-26, Classe B ^d
<p>^a La température ambiante est la température maximale ou minimale autour de l'enveloppe du relais de protection. Selon le type de climat et le type d'emplacement protégé contre les intempéries où un relais de mesure et dispositif de protection est monté, les limites de température peuvent être plus ou moins sévères. Par conséquent, il convient que le matériel soit capable de fonctionner sous l'une des plages de températures préférentielles énumérées en 5.8.</p> <p>^b Ces conditions correspondent aux valeurs maximales données pour les classes 3C1 et 3S1 dans la CEI 60721-3-3.</p> <p>^c Aucune condensation ni glace n'est prise en compte.</p> <p>^d Ceci est conforme à la norme de base CEI 61000-2-5, classification des environnements électroniques, pour une classe d'emplacement de type 5 énumérant les attributs d'un site industriel lourd, d'une centrale ou d'un poste extérieur.</p> <p>^e L'afficheur peut s'obscurcir ou devenir illisible à basse température; cependant, ces conditions n'affectent pas le fonctionnement correct de la protection ou des autres fonctions.</p>		

4.3 Conditions d'environnement particulières

Lorsque le matériel est utilisé dans des conditions différentes des conditions d'environnement normales données dans Tableau 1, l'utilisateur doit se référer au Tableau 2. Dans ce cas, il doit y avoir un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

Tableau 2 – Conditions d'environnement particulières

Agents d'environnement		Conditions
Température ambiante ^a	Limite supérieure	> +55 °C
	Limite inférieure	< -10 °C ^g
Altitude		> 2 000 m ^b
Pollution de l'air par la poussière, le sel, la fumée, le gaz corrosif et/ou inflammable, les vapeurs		Emplacement dans les zones urbaines avec des activités industrielles et sans précautions particulières pour réduire au minimum la présence de sable ou de poussière ^c
Humidité relative: valeur moyenne sur une période de 24 h		> 95 % ^d
Vibrations, conditions sismiques		Selon la série CEI 60255-21 sur l'environnement, Classe 2 ^e
Perturbations électromagnétiques		Environnement électromagnétique défini par les niveaux d'essai d'immunité de la CEI 60255-26 ^f
<p>^a La température ambiante est la température maximale ou minimale autour de l'enveloppe du relais de protection.</p> <p>^b Pour des altitudes supérieures à 2000 m, les utilisateurs doivent se référer à la CEI 60664-1.</p> <p>^c Ces conditions correspondent aux valeurs maximales données pour les classes 3C2 et 3S2 dans la CEI 60721-3-3.</p> <p>^d Dans les installations d'intérieur sous les climats tropicaux, la valeur moyenne de l'humidité relative, mesurée sur une période de 24 h, peut être 98 %.</p> <p>^e Cette classe de sévérité concerne les relais de mesure et dispositifs de protection pour lesquels une très grande marge de sécurité en fonctionnement est nécessaire, ou si le niveau de choc sismique est très élevé.</p> <p>^f Les conditions environnementales particulières pour les perturbations électromagnétiques impliquent que les relais de mesure et dispositifs de protection soient soumis à la classe de sévérité A de la CEI 60255-22-4, adaptée à l'environnement industriel typique, et/ou à la classe de sévérité A de la CEI 60255-22-7. Applicables à la fois aux postes avec des courants de défaut à la terre élevés et où le câblage permet en pratique aux entrées TOR d'être câblées en boucle ouverte (câble aller et retour dans différents câbles à âmes multiples).</p> <p>^g L'afficheur peut s'obscurcir ou devenir illisible à basse température; cependant, ces conditions n'affectent pas le fonctionnement correct de la protection ou des autres fonctions.</p>		

4.4 Conditions de stockage

Les relais de mesures et dispositifs de protection sont destinés à être stockés dans leur emballage d'origine. La gamme de température de stockage doit être choisie parmi celles données en 5.8 et indiquée par le fabricant.

5 Caractéristiques

5.1 Généralités

Les valeurs assignées énumérées ci-dessous sont des valeurs préférentielles à des fins de spécification. D'autres valeurs peuvent être adoptées en fonction des conditions de fonctionnement et d'utilisation.

5.2 Tension assignée

5.2.1 Tension d'alimentation d'entrée

5.2.1.1 Relais primaire

Le fabricant doit déclarer les valeurs assignées pour le courant continu ou le courant alternatif.

5.2.1.2 Relais secondaire

Les valeurs assignées préférentielles des tensions à courant alternatif, en valeur efficace, sont conformes aux normes CEI 60044-2 et CEI 60044-5 et sont données ci-dessous, avec ces valeurs, multipliées par $1/3$ ou $\sqrt{3}$ ou $1/\sqrt{3}$.

100 V; 110 V; 115 V; 120 V; 200 V; 220 V; 230 V

Pour les matériels compatibles avec les transformateur électroniques de tension (par exemple les transformateurs de tension analogiques faible puissance), les valeurs préférentielles doivent être celles indiquées dans la CEI 60044-7.

5.2.1.3 Relais sur shunt

Les valeurs assignées préférentielles des tensions à courant continu sont données ci-dessous:

30 mV; 45 mV; 50 mV; 60 mV; 75 mV; 100 mV; 150 mV; 200 mV; 300 mV; 600 mV.

5.2.2 Tension d'alimentation auxiliaire

5.2.2.1 Tensions à courant alternatif

Les valeurs assignées préférentielles des tensions à courant alternatif, en valeur efficace, sont données ci-dessous, avec ces valeurs, multipliées par $\sqrt{3}$, ou $1/\sqrt{3}$:

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

5.2.2.2 Tension à courant continu

Les valeurs assignées préférentielles des tensions à courant continu sont données ci-dessous:

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

5.2.2.3 Domaine de fonctionnement

Le domaine de fonctionnement préférentiel est de 80 % à 110 % de la tension assignée.

5.2.3 Tension assignée d'isolement

La tension assignée d'isolement d'un ou de tous les circuits du matériel doit être choisie parmi les valeurs indiquées dans la CEI 60255-27.

5.3 Courant assigné

5.3.1 Courant d'alimentation d'entrée

5.3.1.1 Relais primaire

Le fabricant doit déclarer les valeurs assignées pour les courants alternatifs ou continus.

5.3.1.2 Relais secondaire

Les valeurs assignées préférentielles des courants alternatifs, en valeur efficace, sont conformes à la CEI 60044-1 et sont 1 A ou 5 A.

Pour les matériels compatibles avec les transformateur électroniques de courant (par exemple les transformateurs de courant analogiques faible puissance), les valeurs préférentielles doivent être celles indiquées dans la CEI 60044-8.

5.3.2 Courant d'alimentation auxiliaire

Le fabricant doit déclarer les valeurs assignées pour le courant alternatif.

5.4 Entrée et sortie TOR

5.4.1 Entrée TOR

Le fabricant doit déclarer les caractéristiques.

5.4.2 Sortie TOR

Le fabricant doit déclarer les caractéristiques.

5.5 Entrée et sortie d'un transducteur analogique

5.5.1 Entrée d'un transducteur analogique

Le fabricant doit déclarer les caractéristiques.

5.5.2 Sortie d'un transducteur analogique

Le fabricant doit déclarer les caractéristiques.

5.6 Fréquence

5.6.1 Fréquence assignée

Les valeurs normalisées de la fréquence assignée sont les suivantes:

16,7 Hz; 50 Hz; 60 Hz

5.6.2 Domaine de fonctionnement de la fréquence

Le domaine de fonctionnement préférentiel de la fréquence du matériel doit être spécifiée selon une des gammes suivantes:

–5 % à +5 %; –5 % à +10 %; –10 % à +5 % ou –10 % à +10 % de la fréquence assignée.

Pour les dispositifs de protection conçus pour fonctionner dans une large gamme de fréquence, par exemple protection pour générateur alors, cette gamme de fréquence doit être spécifiée.

5.7 Charge assignée

Le constructeur doit déclarer la charge pour les transformateurs de tension, les transformateurs de courant, (à la grandeur assignée), l'alimentation (courant alternatif, y compris le facteur de puissance/courant continu) à charge maximale et à vide et pour d'autres circuits alimentés.

Le courant d'appel maximal de démarrage des circuits d'alimentation doit être indiqué.

5.8 Températures ambiantes nominales de fonctionnement

Sauf spécification contraire, le domaine préférentiel de températures ambiantes est compris entre -10 °C à $+55\text{ °C}$ pour le fonctionnement du matériel. Les autres valeurs préconisées sont:

-5 °C à $+40\text{ °C}$	0 °C à $+40\text{ °C}$	0 °C à $+45\text{ °C}$	-10 °C à $+50\text{ °C}$
-25 °C à $+40\text{ °C}$	-20 °C à $+55\text{ °C}$	-25 °C à $+55\text{ °C}$	-20 °C à $+60\text{ °C}$
-20 °C à $+70\text{ °C}$	-25 °C à $+70\text{ °C}$	-30 °C à $+65\text{ °C}$	-40 °C à $+70\text{ °C}$

6 Conception et construction

6.1 Marquage

Le matériel doit être marqué conformément à la CEI 60255-27.

6.2 Dimensions

Le constructeur doit indiquer les dimensions du matériel. Toutefois, lorsque le matériel est monté en tiroir, il convient que les dimensions soient conformes à la norme CEI 60297-3-101.

6.3 Enveloppe de protection

Le matériel doit satisfaire aux exigences de la CEI 60255-27.

6.4 Exigences de sécurité des produits

Le matériel doit être conforme aux exigences de la CEI 60255-27.

NOTE Les exigences de sécurité des produits incluent le test diélectrique et la tenue thermique de courte durée.

6.5 Exigences relatives aux caractéristiques fonctionnelles

6.5.1 Généralités

Le fonctionnement de la fonction de protection est spécifié dans les normes fonctionnelles (voir la série de normes CEI 60255-100).

La précision demandée dans les normes fonctionnelles doit prendre en compte les exigences de 6.5.2 à 6.5.5 sauf si la norme fonctionnelle définit une définition alternative spécifique. Dans tous les cas, le fabricant doit indiquer les limites sur leurs équipements fournis, c'est-à-dire le temps de fonctionnement mesuré à partir de l'application de la tension et du courant jusqu'au fonctionnement du contact de sortie.

6.5.2 Précision intrinsèque

6.5.2.1 Généralités

Une erreur assignée du matériel dans les conditions de référence d'essai, comme indiqué dans le Tableau 10, doit être déclarée par le fabricant. Les erreurs de mesure réelles du matériel doivent être inférieures ou égales à la valeur déclarée de l'erreur assignée dans ces conditions, en tenant compte de l'incertitude du matériel d'essai.

Lorsque la précision est exprimée en pourcentage, il convient de l'exprimer en un nombre choisi dans la série suivante:

0,2 %; 0,5 %; 1,0 %; 1,5 %; 2,5 %; 5,0 %; 7,5 %; 10 %; 20 %.

NOTE L'Annexe B donne des explications concernant la précision intrinsèque et la précision de fonctionnement.

La valeur maximale du courant permettant au matériel de fonctionner dans sa précision spécifiée doit être déclarée par le constructeur.

6.5.2.2 Précision liée à la grandeur caractéristique

La précision du relais de mesure liée à la grandeur caractéristique, telle que définie dans la série CEI 60255-100 doit être exprimée comme une erreur maximale. L'erreur maximale doit être vérifiée à partir de 5 mesures consécutives.

La précision liée à la grandeur caractéristique doit être exprimée sous l'une des formes suivantes:

- une grandeur absolue, ou
- un pourcentage de la valeur de réglage, ou
- un pourcentage de valeur de réglage avec une grandeur absolue fixe.

6.5.2.3 Spécifications de précision pour les éléments temporisés

La précision du relais de mesure liée au temps, telle que définie dans la série CEI 60255-100 doit être exprimée comme erreur maximale. L'erreur maximale doit être vérifiée à partir de 5 mesures consécutives.

La précision liée au temps doit être exprimée sous l'une des formes suivantes:

- un pourcentage du réglage du temps, ou
- un pourcentage de la valeur de réglage du temps, avec une erreur de temps minimale fixe (lorsque celle-ci peut dépasser la valeur en pourcentage) Par exemple 5 % ou 20 ms selon ce qui est le plus grand, ou
- une quantité absolue fixe. Par exemple 20 ms.

6.5.2.4 Spécifications de précision pour les éléments instantanés

La précision du relais de mesure liée à la durée de réaction des éléments instantanés, telle que définie dans la série CEI 60255-100 doit être exprimée comme une erreur maximale. L'erreur maximale doit être vérifiée à partir de 5 mesures consécutives.

La durée de fonctionnement maximale doit être exprimée comme une durée absolue. Par exemple 20 ms.

6.5.3 Précision de fonctionnement

Le constructeur doit déclarer les variations dues aux grandeurs ou facteurs d'influence telles que la température, les grandeurs d'alimentation auxiliaires, les harmoniques, la fréquence, etc. La série de normes CEI 60255-100 définit les grandeurs d'influence qui sont appropriées. La détermination de la variation de l'erreur due à l'évolution de l'une des grandeurs ou facteurs d'influence entre les limites de sa gamme nominale doit être faite dans les conditions de référence d'essai, comme indiqué dans le Tableau 10, à l'exception de la grandeur ou du facteur d'influence pour lequel la variation est déterminée.

Il convient d'exprimer la précision avec les grandeurs d'influence comme indiqué en 6.5.2.

NOTE L'Annexe B donne des explications concernant la précision intrinsèque et la précision de fonctionnement

6.5.4 Performance dans les conditions dynamiques du système

Le constructeur doit déclarer la performance dynamique des fonctions de protection conformément à la norme fonctionnelle de protection appropriée (série CEI 60255-100).

6.5.5 Performance dans les conditions transitoires du signal

Le constructeur doit déclarer la réponse transitoire des fonctions de protection conformément à la norme fonctionnelle de protection appropriée (série CEI 60255-100).

6.5.6 Relais de protection intégré

Il appartient au constructeur de déclarer la performance de chaque fonction de protection lorsqu'elle est utilisée dans un relais de protection intégré.

6.5.7 Logique programmable

Le constructeur doit déclarer les limites de performance de la fonction de protection lorsqu'elle est utilisée conjointement avec la logique programmée le cas échéant.

6.6 Protocoles de communication

Les protocoles de communication ainsi que les types de supports de communication, utilisés pour la communication avec le matériel, doivent être précisés par le constructeur. Les protocoles préférentiels sont ceux d'une norme CEI. Les essais de conformité doivent être réalisés pour s'assurer que les protocoles de communication sont conformes à la norme ou à la spécification appropriée.

6.7 Entrée et sortie TOR

6.7.1 Entrée TOR

Le type standard d'entrées TOR est une entrée à isolation opto. D'autres types d'entrées sont la logique TTL, les messages de données, c'est-à-dire la série CEI 61850, etc. Le constructeur doit dans tous les cas spécifier leurs performances. Pour les entrées à isolation opto les exigences suivantes s'appliquent.

- a) Seules les entrées TOR à courant continu doivent enregistrer un changement d'état lorsque une tension de basculement à courant continu est appliquée; il convient que les entrées TOR n'enregistrent pas de changement d'état lorsqu'une tension à courant alternatif à fréquence industrielle est appliquée conformément à la norme CEI 60255-22-7.
- b) Il convient que les caractéristiques de tension de fonctionnement à courant continu et autres conditions pour les entrées TOR soient celles spécifiées en 5.2.2.2 et 5.2.2.3. En dépassant les caractéristiques de tension en 5.2.2.3, l'écart doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

- c) Pour les entrées TOR double (d.c./a.c.), il convient que les caractéristiques de tension de fonctionnement à courant continu et autres conditions pour les entrées TOR soient celles spécifiées en 5.2.2.1 à 5.2.2.3.

6.7.2 Sortie TOR

Le type normalisée de sorties TOR est un contact de sortie. D'autres formes de sortie sont la logique TTL, les messages de données, c'est-à-dire la série CEI 61850, etc. Le constructeur doit dans le cas d'un contact de sortie préciser les caractéristiques selon 6.11. Pour les autres sorties, le constructeur doit préciser leurs performances.

6.8 Entrée et sortie analogique d'un transducteur

6.8.1 Entrée analogique du transducteur

Les caractéristiques de l'entrée analogique doivent être définies par le constructeur, mais il convient que celles-ci couvrent l'une des gammes de fonctionnement définies dans la CEI 60688.

6.8.2 Sortie analogique du transducteur

Les caractéristiques de la sortie analogique doivent être définies par le constructeur, mais il convient que celles-ci couvrent l'une des gammes de fonctionnement définies dans la CEI 60688.

6.9 Circuit d'entrée pour les grandeurs d'alimentation

6.9.1 Grandeurs d'alimentation caractéristiques

Les caractéristiques d'entrée doivent être définies par le constructeur.

Pour un matériel fonctionnant à travers un transformateur de courant électromagnétique, la valeur maximale du courant permettant au matériel de fonctionner dans sa précision spécifiée doit être déclarée par le constructeur. Le matériel doit être capable de fonctionner avec sa précision spécifiée pour un courant appliqué de 20 fois le courant nominal (pas applicable pour les mesures à minimum de courant ou les mesures de courant sensibles). En outre, la tenue thermique de courte durée (1 s) doit être déterminée et il doit être vérifié que le matériel en essai (EST) est capable de fonctionner (en dehors de la gamme de précision).

Pour un matériel fonctionnant à travers un transformateur de tension électromagnétique, la valeur maximale de la tension permettant au matériel de fonctionner dans sa précision spécifiée doit être déclarée par le constructeur. En outre, la tenue thermique de courte durée (10 s) doit être déterminée et il doit être vérifié que le matériel en essai (EST) est capable de fonctionner (en dehors de la gamme de précision).

Pour le matériel conçu pour prendre des échantillons analogiques numérisés sur un processus de bus, le constructeur doit se conformer à la CEI 61850-9-2.

6.9.2 Grandeurs d'alimentation auxiliaires

Les caractéristiques d'entrée doivent être définies par le constructeur.

6.10 Essai de charge

6.10.1 Charge pour les transformateurs de tension

Les entrées d'alimentation en tension du relais sont alimentées à la valeur assignée d'entrée d'alimentation en tension et l'essai doit être effectué par mesure en voltampères (VA). La valeur maximale de 5 tests consécutifs doit être utilisée pour définir la charge.

6.10.2 Charge pour les transformateurs de courant

Les entrées d'alimentation en courant du relais sont alimentées à la valeur assignée d'entrée d'alimentation en courant et l'essai doit être effectué par mesure en voltampères (VA). La valeur maximale de 5 tests consécutifs doit être utilisée pour définir la charge.

6.10.3 Charge pour une tension alternative d'alimentation

6.10.3.1 Charge à l'état de repos

Le relais est alimenté à la tension auxiliaire d'alimentation assignée sans aucune entrée d'alimentation, et l'essai doit être effectué par mesure en voltampères (VA). La valeur maximale de 5 tests consécutifs doit être utilisée pour définir la charge.

6.10.3.2 Charge maximale

Le relais est alimenté à la tension auxiliaire d'alimentation assignée et alimenté avec des grandeurs d'alimentation qui provoquent le fonctionnement du relais et activent au moins 50 % de toutes les sorties. L'essai doit être effectué par mesure en voltampères (VA). La valeur maximale de 5 tests consécutifs doit être utilisée pour définir la charge.

6.10.3.3 Courant d'appel et durée

Le relais est mis sous tension à la tension auxiliaire d'alimentation assignée sans aucune entrée d'alimentation. La valeur crête du courant d'entrée durant la mise sous tension, la durée entre l'instant de mise sous tension et l'instant où le courant d'entrée retombe 10 % au dessus du courant à l'état de repos doivent être enregistrées. La valeur maximale de 5 tests consécutifs doit être utilisée pour définir la charge.

6.10.4 Charge pour tension continue d'alimentation

6.10.4.1 Charge à l'état de repos

Le relais est alimenté à la tension auxiliaire d'alimentation assignée sans aucune entrée d'alimentation, et l'essai doit être effectué par mesure en Watt. La valeur maximale de 5 tests consécutifs doit être utilisée pour définir la charge.

6.10.4.2 Charge maximale

Le relais est alimenté à la tension auxiliaire d'alimentation assignée et alimenté avec des grandeurs d'alimentation qui provoquent le fonctionnement du relais et activent au moins 50 % de toutes les sorties. L'essai doit être effectué par mesure en Watt. La valeur maximale de 5 tests consécutifs doit être utilisée pour définir la charge.

6.10.4.3 Courant d'appel et durée

Le relais est mis sous tension à la tension auxiliaire d'alimentation assignée sans aucune entrée d'alimentation. La valeur crête du courant d'entrée durant la mise sous tension, la durée entre l'instant de mise sous tension et l'instant où le courant d'entrée retombe 10 % au dessus du courant à l'état de repos doivent être enregistrées. La valeur maximale de 5 tests consécutifs doit être utilisée pour définir la charge.

6.10.5 Charge pour les entrées TOR

Au moins une entrée TOR doit être testée pour chaque groupe d'entrées TOR avec la même tension assignée. L'entrée TOR est alimentée à la tension assignée, et la valeur du courant d'entrée doit être enregistrée. La valeur maximale de 5 tests consécutifs doit être utilisée pour définir la charge.

6.11 Caractéristiques fonctionnelles des contacts

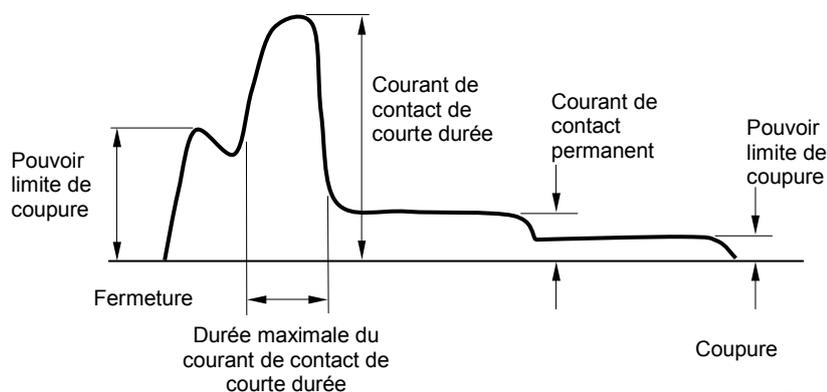
La performance des contacts de sortie du matériel (mécanique et statique) doit être précisée selon la CEI 61810-1.

Les données suivantes doivent être communiquées par le constructeur:

- La tension de contact
- Pouvoir limite de fermeture
- Le courant de contact, continu et de courte durée
- Pouvoir limite de coupure, résistif et inductif, à courant continu, et à courant alternatif
- Endurance mécanique et électrique (en charge et à vide)

Lorsque les contacts d'un relais de déclenchement sont destinés à être connectés à des bobines de déclenchement de l'appareillage, leurs caractéristiques fonctionnelles des contacts doivent être conformes aux caractéristiques suivantes:

- Endurance mécanique
 - Contact à vide $\geq 10\ 000$ cycles
 - Fermeture ≥ 1000 cycles
 - Ouverture ≥ 1000 cycles
- Pouvoir limite de fermeture: $\geq 1\ 000\ W$ à $L/R = 40\ ms$
- Courant de contact
 - Continu $\geq 5\ A$,
 - De courte durée $\geq 30\ A$, $200\ ms$
 - Le rapport cyclique pour la courte durée assignée doit consister en une séquence de $200\ ms$ fermé, $15\ s$ ouvert (à la fin de chaque cycle le courant est interrompu par un moyen indépendant)
- Pouvoir limite de coupure: $\geq 30\ W$ à $L/R = 40\ ms$
- Le constructeur doit déclarer la tension de contact maximale pour les points a) à d) conformément à 5.2.2.2.



IEC 1506/09

Figure 1 – Paramètres de performance des contacts

6.12 Performances climatiques

6.12.1 Généralités

Dans la gamme de fonctionnement spécifiée les caractéristiques du relais doivent rester à l'intérieur de la tolérance en température annoncée. Sur les composants du matériel, les effets de la température qui peuvent résulter d'un changement visuel mais qui n'affectent pas la précision de fonctionnement du matériel (c'est-à-dire obscurcissement de l'afficheur) doivent être spécifiés.

Le constructeur doit spécifier si le fonctionnement à la précision annoncée peut être obtenu quand la puissance est initialement appliquée au matériel après que tous les composants se soient stabilisés à la température ambiante. Si la précision annoncée est obtenue seulement après que le produit soit alimenté pendant un certain temps, le constructeur doit spécifier le temps de stabilisation estimé nécessaire.

Le matériel doit être conforme à la fois aux exigences de changement de température essais de température de stockage et de fonctionnement.

NOTE L'Annexe A fournit un guide sur les réglages d'essai.

6.12.2 Méthode de vérification

6.12.2.1 Méthode de vérification fonctionnelle

La méthode de vérification doit s'assurer que le matériel est conforme à ses spécifications et qu'il fonctionne correctement lors de la mesure initiale, au début de la séquence d'essai et qu'il maintient ses caractéristiques de conception dans tous les essais individuels suivants où cela a été spécifié. Les mesures initiales et finales doivent contenir un essai de vérification visuel et de performance. Les mesures réalisées durant un essai doivent être composées d'un essai de vérification de performance.

Dans une séquence d'essai où la dernière mesure de l'essai précédent correspond à la mesure initiale de l'essai individuel futur, il n'est pas nécessaire de faire répéter ces mesures, c'est-à-dire une fois suffit.

6.12.2.2 Mesure de la résistance d'isolement

La mesure peut être réalisée comme un essai à la suite des essais d'environnement pour s'assurer que l'isolement n'a pas été soumis à des contraintes excessives et n'a pas été affaibli suite aux essais appliqués.

La tension de mesure doit être appliquée directement aux bornes du matériel.

La résistance d'isolement doit être déterminée quand une valeur constante a été atteinte et au moins à 5 s après l'application d'une tension à courant continu de $500 \text{ V} \pm 10 \%$.

Pour le matériel à l'état neuf, la résistance d'isolement doit être d'au moins $100 \text{ M}\Omega$ à 500 V c.c. Après l'essai de type de chaleur humide, la résistance d'isolement doit être d'au moins $10 \text{ M}\Omega$ à 500 V c.c., après un temps de récupération compris entre 1 h et 2 h, comme indiqué dans les Tableaux 8 et 9.

6.12.2.3 Essai de type diélectrique

Le test de tenue diélectrique doit être réalisé à la suite des essais d'environnement pour s'assurer que l'isolation n'a pas été endommagée et affaiblie suite à ces essais.

L'essai de type doit être appliqué aux groupes suivants:

- entre chaque circuit et les parties accessibles conductrices, les bornes de chaque circuit indépendant étant connectées ensemble;
- entre chaque circuit indépendant, les bornes de chaque circuit indépendant étant reliées ensemble.

Les circuits indépendants sont ceux spécifiés par le constructeur. Le constructeur doit spécifier la tenue en tension diélectrique pour des contacts métalliques ouverts. Quand des limiteurs de tension sont mis en place, aucun essai n'est nécessaire entre les contacts. Les circuits qui ne sont pas concernés par les essais doivent être reliés ensemble et à la terre.

Des circuits spécifiés pour la même tenue en tension d'isolement peuvent être reliés ensemble lors de l'essai par rapport aux parties accessibles conductrices.

Les tensions d'essai doivent être appliquées directement sur les bornes.

6.12.2.4 Résistance de liaison de protection – Essai de type

La mesure doit être réalisée comme un essai à la suite des essais d'environnement de chaleur humide, afin de garantir que la corrosion n'a pas provoqué de résistance excessive dans les masses et les bornes reliées au conducteur de mise à la terre de protection pour la protection contre tous les dangers de chocs électriques.

Pour le matériel où la connexion de terre de protection est réalisée au moyen d'un câble à âmes multiples, le câble n'est pas inclus dans la mesure, pour autant que le câble est alimenté par un dispositif de protection aux caractéristiques assignées appropriées qui prend en compte la taille du conducteur.

La conformité de telles parties avec les exigences d'essai types relatives à la résistance de liaison de protection doit être déterminée en utilisant les paramètres d'essai suivants:

- le courant d'essai doit être égal à deux fois celui du courant nominal maximal des dispositifs de protection contre les surintensités, spécifié dans la documentation de l'utilisateur;
- la tension d'essai ne doit pas dépasser, en valeur efficace, 12 V à courant alternatif ou 12 V en courant continu;
- la durée d'essai doit être de 60 s;
- la résistance entre la borne du conducteur de protection et la partie à l'essai ne doit pas dépasser 0,1 Ω .

6.12.2.5 Continuité de la liaison de protection – Essai de série

La continuité de la liaison de protection doit être vérifiée comme faisant partie de l'essai de série sur tous les matériels comme spécifié dans la CEI 60255-27.

6.12.3 Essais d'environnement climatique

6.12.3.1 Essai de chaleur sèche – Fonctionnel

L'essai fonctionnel de chaleur sèche doit être réalisé pour prouver la résistance du matériel à la chaleur pendant l'exploitation et pour déterminer toute variation de performance due à la température. Voir Tableau 3.

Tableau 3 – Essai de chaleur sèche – Fonctionnel

Objet	Conditions d'essai
Référence d'essai	Essai Bd de la CEI 60068-2-2
Pré-conditionnement	Selon les spécifications du constructeur
Mesure initiale	Selon 6.12.2
Conditions	Fonctionner à courant assigné ou charge assignée du constructeur ^a
Température de fonctionnement	Comme pour la température de fonctionnement maximale spécifiée par le constructeur, il convient de choisir la valeur à partir de 6.5.2 de la CEI 60068-2-2. Taux maximal de variation de température 1 °C par min, sur une période de 5 min
Précision	±2 °C (voir 6.2 de la CEI 60068-2-2)
Humidité	Selon 6.8.2 de la CEI 60068-2-2, essai Bd
Durée d'exposition	16 h minimum
Mesure et/ou charge	Fonctionnement correct à charge assignée/ courant assigné
Procédure de reprise: - temps - Conditions climatiques - alimentation	Voir 6.11 de la CEI 60068-2-2. 1 h minimum à 2 h maximum, tous les essais à réaliser pendant cette période. Conditions de référence normalisées comme indiqué dans le Tableau 10. Alimentation hors tension
Mesures finales	Selon 6.12.2
^a Il appartient au constructeur de déclarer le nombre de circuits numériques d'entrée, et les relais de sortie alimentés et parcourus par le courant assigné maximal, durant l'essai.	

6.12.3.2 Essai au froid – Fonctionnel

L'essai fonctionnel au froid doit être réalisé pour prouver la résistance du matériel au froid, pendant l'exploitation et pour déterminer toute variation de performance due à la température. Voir Tableau 4.

Tableau 4 – Essai au froid – Fonctionnel

Objet	Conditions d'essai
Référence d'essai	Essai Ad de la CEI 60068-2-1
Pré-conditionnement	Selon les spécifications du constructeur
Mesure initiale	Selon 6.12.2
Conditions	Fonctionner à courant assigné ou charge assignée du constructeur ^a
Température de fonctionnement	Comme pour la température de fonctionnement minimale spécifiée par le constructeur, il convient de choisir la valeur à partir de 6.6.1 de la CEI 60068-2-1. Taux maximal de variation de température 1 °C par min, sur une période de 5 min
Précision	±3 °C (voir 6.2 de la CEI 60068-2-1)
Humidité	Ne s'applique pas
Durée d'exposition	16 h minimum
Mesure et/ou charge	Fonctionnement correct à charge assignée/ courant assigné.
Procédure de reprise: - temps - Conditions climatiques - alimentation	Voir 6.12 de la CEI 60068-2-1. 1 h minimum à 2 h maximum, tous les essais à réaliser pendant cette période. Conditions de référence normalisées comme indiqué dans le Tableau 10. Alimentation hors tension
Mesures finales	Selon 6.12.2
^a Il appartient au constructeur de déclarer le nombre de circuits numériques d'entrée, et les relais de sortie alimentés et parcourus par le courant assigné maximal, durant l'essai.	

6.12.3.3 Essai de chaleur sèche à température de stockage maximale

L'essai de stockage à chaleur sèche doit être réalisé pour prouver la résistance du matériel à la chaleur de stockage. Voir Tableau 5.

Tableau 5 – Essai de chaleur sèche, température de stockage

Objet	Conditions d'essai
Référence d'essai	Essai Bb de la CEI 60068-2-2
Pré-conditionnement	Selon les spécifications du constructeur
Mesure initiale	Selon 6.12.2
Conditions	Hors tension
Température de stockage	Comme pour la température de stockage maximale spécifiée par le constructeur, il convient de choisir la valeur à partir de 6.5.2 de la CEI 60068-2-2. Taux maximal de variation de température 1 °C par min, sur une période de 5 min
Précision	± 2 °C (voir 6.2 de la CEI 60068-2-2)
Humidité	Conformément à 6.8.2 de la CEI 60068-2-2, essai Bb
Durée d'exposition	16 h minimum
Mesure et/ou charge	Ne s'applique pas
Procédure de reprise:	Voir 6.11 de la CEI 60068-2-2.
- temps	1 h minimum à 2 h maximum, tous les essais à réaliser pendant cette période.
- Conditions climatiques	Conditions de référence normalisées comme indiqué dans le Tableau 10.
- alimentation	Alimentation hors tension
Mesures finales	Selon 6.12.2

6.12.3.4 Essai au froid à température de stockage minimale

L'essai de stockage au froid doit être réalisé pour prouver la résistance du matériel au stockage au froid. Voir Tableau 6.

Tableau 6 – Essai au froid, température de stockage

Objet	Conditions d'essai
Référence d'essai	Essai Ab de la CEI 60068-2-1
Pré-conditionnement	Selon les spécifications du constructeur
Mesure initiale	Selon 6.12.2
Conditions	Hors tension
Température de stockage	Comme pour la température de stockage minimale spécifiée par le constructeur, il convient de choisir la valeur à partir de 6.6.1 de la CEI 60068-2-1. Taux maximal de variation de température 1 °C par min, sur une période de 5 min
Précision	± 3 °C (voir 6.2 de la CEI 60068-2-1)
Humidité	Non Applicable
Durée d'exposition	16 h minimum
Mesure et/ou charge	Ne s'applique pas
Procédure de reprise:	Voir 6.12 de la CEI 60068-2-1.
- temps	1 h minimum à 2 h maximum, tous les essais à réaliser pendant cette période.
- Conditions climatiques	Conditions de référence normalisées comme indiqué dans le Tableau 10.
- alimentation	Alimentation hors tension
Mesures finales	Selon 6.12.2

6.12.3.5 Essai de températures cycliques

L'essai de températures cycliques doit être réalisé pour prouver la résistance du matériel aux variations rapides de températures. Voir Tableau 7.

Tableau 7– Essai de températures cycliques

Objet	Conditions d'essai
Référence d'essai	Essai Nb: CEI 60068-2-14:2009
Pré-conditionnement	Stabilisé en chambre d'essai à 20 °C ± 2 °C pendant une durée de 1 h
Mesure initiale	Selon 6.12.2
Conditions	Pendant l'essai, le matériel doit être en permanence sous tension et maintenu en conditions de service, avec toute grandeur d'influence réglée à sa condition de référence
Température	Comme pour la température de fonctionnement minimale spécifiée par le constructeur, il convient de choisir la valeur de température inférieure à partir de 6.6.1 de la CEI 60068-2-1; Comme pour la température de fonctionnement maximale spécifiée par le constructeur, il convient de choisir la valeur de température supérieure à partir de 6.5.2 de la CEI 60068-2-2; Le cycle d'essai, y compris les périodes de constitution des conditions d'essais et de retour aux conditions initiales comme pour la Figure 2 de la CEI 60068-2-14, taux de rampe 1 °C ±0,2 °C/min, montée et descente, et température basse pendant 3 h
Durée d'exposition	5 cycles
Mesure et/ou charge	Matériel chargé selon 6.12.2
Procédure de reprise: - temps - conditions climatiques- alimentation	Voir 7.3 de la CEI 60068-2-14:2009 1 h minimum, tous les essais à réaliser après cette période. Conditions de référence normalisées comme indiqué dans le Tableau 10. Matériel sous tension
Mesures finales	Conformément à 6.12.2
NOTE Il appartient au constructeur de déclarer le nombre de circuits numériques d'entrée, et de relais de sortie sous tension pendant l'essai.	

6.12.3.6 Essai continu de chaleur humide

L'essai continu de chaleur humide doit être réalisé pour prouver la résistance du matériel à une exposition prolongée dans des atmosphères à taux d'humidité élevé. Voir Tableau 8.

Tableau 8 – Essai continu de chaleur humide

Objet	Conditions d'essai
Référence d'essai	Essai Cab, de la CEI 60068-2-78
Pré-conditionnement	Selon les spécifications du constructeur
Mesure initiale	Selon 6.12.2
Conditions	Pendant l'essai, le matériel doit être en permanence sous tension et maintenu en conditions de service ou spécification contraire de la part du constructeur, avec toute grandeur d'influence réglée à sa condition de référence
Température	Selon la demande présentée par le fabricant (il convient de choisir la valeur à partir de l'Article 5 de la CEI 60068-2-78, tolérance de ± 2 °C)
Humidité	(93 ± 3) %
Durée d'exposition	10 jours minimum
Mesure et/ou charge	Matériel chargé selon 6.12.2
Procédure de reprise:	Voir l'Article 9 de la CEI 60068-2-78
- temps	de 1 h minimum à 2 h maximum, tous les essais à réaliser pendant cette période.
- conditions climatiques	Conditions de référence normalisées comme indiqué dans le Tableau 10.
- alimentation	Matériel non alimenté
Mesures finales	Selon 6.12.2
NOTE 1 Il convient d'éliminer toute condensation externe et interne par circulation d'air avant de raccorder à nouveau le matériel à une alimentation.	
NOTE 2 Il convient de rechercher des conseils dans la CEI 60068-3-4 lors de la décision de l'essai de chaleur humide à appliquer.	
NOTE 3 Il appartient au constructeur de déclarer le nombre de circuits numériques d'entrée, et de dispositifs de sortie sous tension pendant l'essai.	

6.12.3.7 Essai cyclique de température avec humidité

L'essai cyclique de température avec humidité doit être réalisé pour prouver la résistance du matériel à une exposition dans une atmosphère dont le taux de condensation d'humidité est élevé. Voir Tableau 9.

Tableau 9 – Essai cyclique de température avec humidité

Objet	Conditions d'essai
Référence d'essai	Essai Db: CEI 60068-2-30:2005
Pré-conditionnement	1 Stabilisé en chambre d'essai à 25 °C ± 3 °C, 60 % ± 10 % d'humidité relative. 2 Après stabilisation, l'humidité relative doit être portée à 95% ou plus en 1 h, tout en maintenant la même température
Mesure initiale	Selon 6.12.2
Conditions	Pendant l'essai, le matériel doit être en permanence sous tension et maintenu en conditions de service, avec toute grandeur d'influence réglée à sa condition de référence
Température	Cycle de température inférieur 25 °C ± 3 °C; Cycle de température supérieur: matériel spécifié pour une utilisation à l'intérieur: 40°C ± 2°C; Matériel spécifié pour une utilisation à l'extérieur: 55°C ± 2°C; Cycle d'essai, y compris les périodes de constitution des conditions d'essai et de retour aux conditions initiales comme pour la CEI 60068-2-30, Figure 2a ou 2b.
Humidité	97 %, -2 % +3 %, à température plus faible; 93 % ± 3 % à température supérieure; Cycle d'essai, y compris les périodes de constitution des conditions d'essai et de retour aux conditions initiales comme pour la CEI 60068-2-30, Figure 2a ou 2b
Durée d'exposition	Cycles de 24 h (12 h + 12h) avec 6 h de repos
Mesure et/ou charge	Matériel chargé selon 6.12.2
Procédure de reprise:	Voir l'Article 9 de la CEI 60068-2-30
- temps	De 1 h minimum à 2 h maximum, tous les essais à réaliser pendant cette période.
- conditions climatiques	Conditions de référence normalisées comme indiqué dans le Tableau 10.
- alimentation	Matériel sous tension
Mesures finales	Selon 6.12.2
NOTE Il appartient au constructeur de déclarer le nombre de circuits numériques d'entrée, et les relais de sortie alimentés et parcourus par le courant assigné maximal, durant l'essai.	

6.13 Exigences mécaniques

6.13.1 Comportement aux vibrations et endurance (sinusoïdal)

L'EST doit satisfaire aux exigences de la CEI 60255-21-1. La classe de sévérité d'essai doit être choisie soit à partir du Tableau 1 ou du Tableau 2 de cette norme pour résister aux vibrations mécaniques susceptibles d'être rencontrées lors de transport soit en fonction du type d'utilisation. Le constructeur doit déclarer la classe choisie.

NOTE L'Annexe A fournit un guide sur les réglages d'essai.

6.13.2 Réponse aux chocs, tenue aux chocs et secousses

L'EST doit satisfaire aux exigences de la CEI 60255-21-2. La classe de sévérité d'essai doit être choisie soit à partir du Tableau 1 ou du Tableau 2 de cette norme pour résister aux chocs

mécaniques et secousses susceptibles d'être rencontrées lors de transport soit en fonction du type d'utilisation. Le constructeur doit déclarer la classe choisie.

NOTE L'Annexe A fournit un guide sur les réglages d'essai.

6.13.3 Essais sismiques

L'EST doit satisfaire aux exigences de la CEI 60255-21-3. La classe de sévérité d'essai doit être choisie soit à partir du Tableau 1 ou du Tableau 2 pour résister aux contraintes mécaniques susceptibles d'être rencontrées dans des zones sismiques. Le constructeur doit déclarer la classe choisie.

NOTE L'Annexe A fournit un guide sur les réglages d'essai.

6.14 Pollution

Si l'EST est utilisé dans un environnement en dehors des limites de pollution définies par le Tableau 1 et le Tableau 2 alors des mesures doivent être prises par l'utilisateur du matériel pour protéger ce dernier contre ces conditions.

6.15 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Le matériel doit être conforme aux exigences de la CEI 60255-26.

NOTE L'Annexe A fournit un guide sur les réglages d'essai.

7 Essais

7.1 Généralités

Tous les essais relatifs à la précision intrinsèque doivent être réalisés avec un matériel d'essai dont la précision est supérieure à celle déclarée par l'EST. Les erreurs de mesure réelles du matériel en essai doivent être inférieures ou égales à la valeur déclarée de l'erreur, en prenant en compte l'incertitude de mesure du matériel de test. Le matériel d'essai doit être étalonné par rapport aux normes traçables internationales.

7.2 Conditions de référence pour les essais

Sauf indication contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions spécifiées dans le Tableau 10.

Tableau 10 – Conditions de référence pour les essais

Grandeur d'influence	Conditions de référence
Température de fonctionnement	20 °C ± 5 °C
Humidité relative	45 % à 75 % HR
Pression atmosphérique	86 kPa à 106 kPa
Tension d'alimentation auxiliaire	Tension d'alimentation assignée ±1 %
Tension résiduelle ^{a)}	≤1,0 %
Champ magnétique continu externe	Induction inférieure ou égale à 0,5 mT
Composante continue sur la tension et le courant alternatif	Comme spécifié dans les documents de niveau inférieur.
Composante alternative dans les grandeurs d'alimentation auxiliaire à courant continu	Taux d'ondulation de crête de 0 % à 15 % des valeurs assignées en courant continu
Forme d'onde	Sinusoïdale; facteur de distorsion de 5 % ^{b)}
Fréquence	Fréquence assignée (50 Hz ou 60 Hz) ±0,2 %
^a La somme vectorielle, dans un système multi-phases, de l'ensemble des tensions entre phases et terre. ^b Facteur de distorsion: rapport entre le résidu harmonique obtenu en retranchant d'une grandeur harmonique non sinusoïdale son terme fondamental et la valeur efficace de la grandeur non sinusoïdale. Il est généralement exprimé en pourcentage.	

7.3 Vue d'ensemble des essais

Les essais de type doivent être utilisés pour vérifier les nouvelles conceptions de matériel/logiciel par rapport aux spécifications de produit et aux normes. Une fois qu'un produit a été soumis à un essai de type il n'est pas nécessaire de répéter les essais si la conception ne change pas. Il convient que si une modification de la conception se produit, alors une appréciation du risque doit être réalisée et documentée pour déterminer quels sont les essais de type qui restent valables et ceux qui nécessitent d'être répétés.

Il convient de considérer que, l'essai de type sur un produit qui fait partie d'une famille de produits est suffisant pour couvrir l'ensemble de la famille de produits, si une appréciation du risque documentée est effectuée pour déterminer les essais de type qui restent valables et ceux qui nécessitent d'être répétés sur le reste de la famille de produits.

Pendant l'application des essais relatifs à la CEM, à la mécanique, à l'environnement, le matériel doit être dans l'état spécifié dans les normes appropriées relatives à la CEM, mécanique et/ou les normes environnementales. L'état de repos d'un relais de protection doit être les grandeurs d'alimentation appliquées aux valeurs assignées et les fonctions de protection réglées de façon que le seuil de fonctionnement soit en dehors de deux fois la tolérance de précision. Par exemple, il convient d'injecter un courant de 0,9 A pour la fonction de protection contre les surintensités de tolérance de 5 % et de réglage 1 A. Des lignes directrices supplémentaires sont données à l'Annexe A.

Les essais de type et les essais individuels de série doivent être réalisés selon le Tableau 11.

Tableau 11 – Vue d'ensemble des essais

No.	Entités d'essai	Essai de type	Essai individuel de série	Norme	Paragraphes
1	Dimensions de la structure et examen visuel	√	√	CEI 60297-3-101	6, 1, 6.2
2	Exigences fonctionnelles: – Simulation en régime permanent – Simulation en régime dynamique	√	√ ^a	Série appropriée de la CEI 60255-100	6.5, 6.7, 6.8
3	Exigences de sécurité des produits: ^c (y compris le régime thermique de courte durée assignée)	√	√ ^b	CEI 60255-27	6.4
4	Exigences relatives à la CEM: – Emission – Immunité	√		CEI 60255-26	6.15
5	Grandeurs d'alimentation: – Dissipation de puissance – Modification des grandeurs d'alimentation auxiliaires	√		N/A CEI 60255-11	6.10 6.9
6	Performance des contacts de sortie	√		N/A	6.11
7	Exigences relatives à la communication	√		Normes protocoles appropriées de la CEI	6.6
8	Exigences environnementales et climatiques: – Froid – Chaleur sèche – Variation de température – Chaleur humide	√		CEI 60068-2-14, CEI 60068-2-1, CEI 60068-2-2, CEI 60068-2-78, CEI 60068-2-30, CEI 60255-27	6.12
9	Exigences mécaniques: – Chocs – Vibrations – Secousses – Essais sismiques	√		CEI 60255-21-1, CEI 60255-21-2, CEI 60255-21-3	6.13
10	Enveloppe de protection	√		CEI 60529, CEI 60255-27	6.3
NOTE Le symbole √ signifie que l'essai est obligatoire.					
^a Selon le fonctionnement du matériel, le constructeur doit fixer la méthode d'essais appropriée de façon à garantir la précision des grandeurs caractéristiques et du temps de fonctionnement des relais.					
^b Seul l'essai diélectrique et de continuité de la liaison protection, voir la CEI 60255-27.					
^c Les exigences de sécurité des produits comprennent les essais diélectriques et la tenue thermique courte durée.					

7.4 Contenu du rapport d'essai de type

Un rapport d'essai donnant les procédures d'essai et les résultats doit toujours être produit.

Le rapport d'essai doit inclure au moins les informations de base suivantes:

- a) un titre (par exemple « rapport d'essai »);
- b) le ou les nom(s), fonction(s) et signature(s) ou une identification équivalente de ou des personne(s) autorisant le rapport d'essai;
- c) le nom et l'adresse du laboratoire, et le lieu où les essais ont été réalisés, si différent de l'adresse du laboratoire;
- d) un sommaire;
- e) identification unique du rapport d'essai (comme le numéro de série), et sur chaque page une identification pour s'assurer que la page fait partie du rapport d'essai et une identification claire précisant la fin du rapport d'essai;
- f) le nom et l'adresse du client (s'il y a lieu);
- g) une description de l'état du matériel, et son identification sans ambiguïté;
- h) la ou les date(s) de réalisation de l'essai;
- i) une déclaration précisant quels sont les essais qui ont été réalisés et avec quelles normes internationales y compris les dates;
- j) les critères d'acceptation utilisés;
- k) les outils et le matériel de mesure utilisés;
- l) les conditions d'essai;
- m) les résultats d'essai avec, le cas échéant, les unités de mesure;
- n) s'il y a lieu, une indication selon laquelle les résultats ne se rapportent qu'aux unités soumises aux essais et éventuellement une famille de produits.

En plus de ces informations de base, les rapports d'essai doivent comporter les renseignements suivants:

- o) la méthode et les procédures d'essai;
- p) la conclusion d'essai (succès/échec);
- q) l'avis et l'interprétation, si approprié et nécessaire;
- r) si nécessaire, le rapport d'essai doit être conforme à celui donné dans la série CEI 60255 applicable (par exemple la série CEI 60255-22 et la CEI 60255-25).

8 Marquage, étiquetage et emballage

Il convient de marquer et étiqueter le matériel conformément aux exigences de la CEI 60255-27.

Le constructeur doit, s'assurer que le matériel est correctement emballé, pour résister, sans détérioration, aux manipulations et conditions environnementales raisonnables adaptées aux méthodes de transport à l'adresse de livraison de l'utilisateur. L'utilisateur doit effectuer une inspection visuelle du matériel pour s'assurer qu'il n'a pas été endommagé pendant le transport.

9 Règles pour le transport, le stockage, l'installation, le fonctionnement et la maintenance

Le matériel doit être entreposé et transporté dans les matériaux d'emballage fournis avec le produit et doit être installé conformément aux instructions données par le fabricant.

10 Documentation de produit

La documentation de produit fournie par le fabricant doit spécifier les instructions relatives au transport, au stockage, au montage, au fonctionnement et à l'entretien.

Les points suivants sont les plus importants à considérer dans les instructions devant être fournies par le constructeur:

- description détaillée de chaque fonction de protection et de sa théorie de fonctionnement;
- liste des réglages disponibles et une explication pour chaque réglage;
- guide d'application produit;
- données techniques complètes, y compris les conditions environnementales;
- instructions concernant la sécurité du produit;
- conditions de transport, de stockage et de montage;
- déballage et levage;
- assemblage;
- montage;
- connexions;
- documentations concernant les protocoles de communications;
- inspection de l'installation finale;
- mise en service;
- maintenance;
- rapport de défaillance.

NOTE Il convient que les instructions relatives à la sécurité du produit soit incluse avec le matériel sous forme papier. Toute autre information peut être fournie sous format électronique, c'est-à-dire CDROM.

Annexe A (informative)

Indications pour l'essai de type

A.1 Généralités

Les essais CEM et mécaniques et d'environnement nécessitent que l'EST soit dans différents états définis dans les différentes normes de plus bas niveau. Les relais de mesure et dispositifs de protection ont de nombreux types différents d'accès entrées/sorties, y compris des entrées de courant et de tension, dont les valeurs mesurées peuvent être utilisées par les fonctions de protection. En raison de la complexité des logiciels modernes fondés sur la protection, ces fonctions peuvent avoir un grand nombre de paramètres de réglage, ce qui rend les essais avec tous les réglages possibles très difficile.

Cette annexe informative ne vise pas à traiter chaque cas particulier, mais vise à donner des indications pour les essais pour la vérification des fonctions de protection de base. Ces lignes directrices doivent être adaptées pour chaque fonction. Par exemple, les fonctions de protection de distance, les fonctions de protection différentielles ou les fonctions de protection de générateur ne sont pas couvertes par la présente annexe.

A.2 Indications pour les essais

A.2.1 Remarque préliminaire

Il est de la responsabilité du constructeur de réaliser des essais qui couvrent la gamme appropriée de réglage pour un produit particulier afin de vérifier le bon fonctionnement du matériel.

Les lignes directrices suivantes sont destinées à aider les concepteurs pendant la phase de conception et/ou les essais de type. Les lignes directrices spécifiées dans les normes appropriées de plus bas niveau doivent être utilisées si elles sont disponibles.

Ces lignes directrices peuvent être étendues à d'autres essais que les essais CEM.

A.2.2 Point(s) d'essai typique(s) pour chaque point de mesure

Un point d'essai typique est une valeur spécifique dans une gamme qui est utilisée (peut-être en liaison avec d'autres points d'essai typiques) pour vérifier la conformité d'un produit pour la gamme complète de fonctionnement.

Pour chaque entrée de mesure, il appartient au constructeur de rechercher le ou les réglage(s) les plus sensibles (s) dans la gamme. Habituellement, la valeur la plus basse de la gamme, ou la valeur correspondant à une modification du gain d'amplification peut-être le réglage le plus sensible en fonction des perturbations.

Il convient d'utiliser ces points sensibles comme les points d'essai typiques.

A.2.3 Fonctions de protection activées

Les relais de protection intégrés peuvent avoir chaque entrée de mesure utilisée par au moins deux fonctions de protection:

- une utilisant une fonction de protection à maximum de courant ou de tension; et

– une utilisant une fonction de protection à minimum de courant ou de tension.

Il est de la responsabilité du constructeur de choisir la fonction de protection appropriée.

Un tableau, tel que le Tableau 1, devra être rempli et documenté dans le rapport d'essai type.

Tableau A.1 – Exemple de fonctions de protection qui peuvent être utilisées pendant l'essai

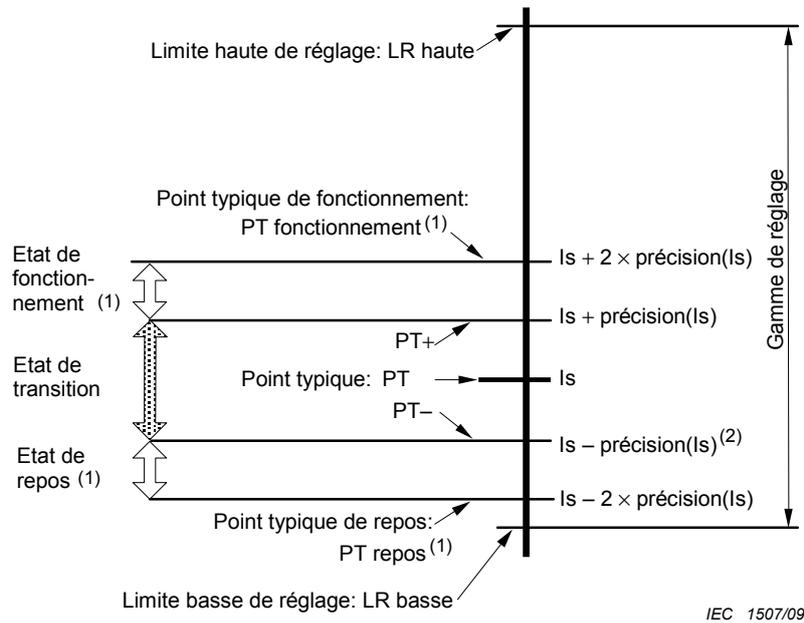
Entrée de mesure isolée	Fonction de protection à maximum de courant ou de tension	Fonction de protection à minimum de courant ou de tension
Entrée de courant	Protection à maximum de courant phase	Protection à minimum de courant phase
Entrée de courant résiduel	Défaut à la terre	---
Entrée de tension	Protection à maximum de tension phase	Protection à minimum de tension phase
Entrée de tension résiduelle	Déplacement de point neutre	---

A.2.4 Valeurs d'essai

Il convient d'utiliser les mêmes points d'essai typiques. Pour chaque point d'essai typique, il convient d'effectuer les essais avec des grandeurs d'alimentation appliquées aux circuits appropriés. Les valeurs des grandeurs d'alimentation d'entrée peuvent être au dessous de deux fois la précision assignée de l'état transitoire inférieure et au-dessus de la valeur de fonctionnement, voir Tableau A.2. L'alimentation auxiliaire doit être égale à la valeur assignée, s'il y a lieu.

A.2.5 Retard

Il convient d'effectuer les réglages du retard du matériel sur les valeurs pratiques minimales telles que définies par leur application prévue.



Légende

(1) Cette figure est par exemple valide pour les protections à maximum de courant ou de tension. Pour les protections à minimum de courant ou de tension, remplacer «fonctionnement» par «repos» et vice versa.

(2) $\text{précision}(I_s) = \text{précision à la valeur } I_s \text{ valeur } I_s$, c'est-à-dire $\text{précision}(I_s) = 5\% \text{ à } I_s = A$. Dans ce cas $PT = 1 A$; $PT+ = 1,05 A$; $PT- = 0,95 A$; $PT \text{ fonctionnement} = 1,1 A$; $PT \text{ repos} = 0,9 A$.

Figure A.1 – Définition des états de fonctionnement, de transition et de repos

NOTE Quand l'incertitude de l'élément en essai est petite alors il convient de prendre en compte l'hysteresis de l'élément.

Tableau A.2 – Exemple des conditions d'essai CEM pour les entrées de mesure

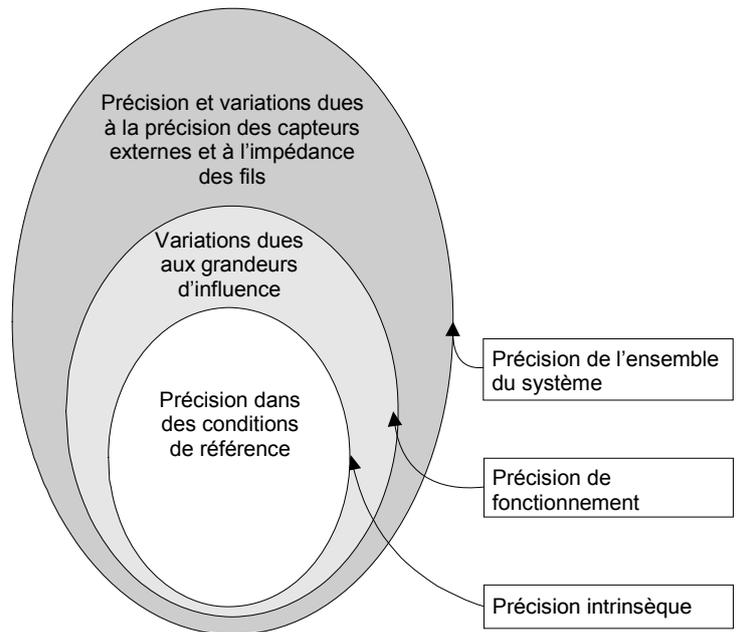
	Pour les phénomènes électromagnétiques transitoires (EM): Onde oscillatoire amortie 1 MHz, décharges électrostatiques, les transitoires rapides en salve, les surtensions	Pour les phénomènes électromagnétiques continus (EM): Champ électromagnétique rayonné et perturbations conduites
Etat de repos (voir Figure 1)	Choisissez les valeurs des entrées de mesure afin que le matériel soit au point d'essai au « repos (PE) ». Réaliser ensuite les essais CEM et vérifier qu'aucun signal de déclenchement n'est émis. ^c	Valeurs choisies pour les entrées de mesure afin que le matériel soit au point d'essai au « repos (PE) ». Réaliser ensuite les essais CEM et vérifier qu'aucun signal de déclenchement n'est émis. ^c
Etat de fonctionnement (voir Figure 1)	Régler les valeurs des entrées de mesure de façon que le matériel passe de « l'état de repos » à « l'état de fonctionnement » et vérifier que le signal de déclenchement est émis. ^{a, b, c} Réaliser ensuite les essais CEM et vérifier que le signal de déclenchement est maintenu pendant la réalisation des essais. ^{a, b, d}	Pour chaque point de fréquence spécifié, modifier les valeurs des entrées de mesure afin que le matériel passe de l'état « point d'essai au repos » à l'état « point d'essai en fonctionnement ». Vérifier ensuite que le signal de déclenchement est émis et maintenu pendant la réalisation de cet essai. ^c
<p>^a Non obligatoire pour l'essai de décharge électrostatique, voir la CEI 60255-22-2.</p> <p>^b Non obligatoire pour les essais aux ondes de choc, voir la CEI 60255-22-5.</p> <p>^c Cette exigence est pour le signal de déclenchement temporisé, et non pour le signal de déclenchement instantané.</p> <p>^d Certains dispositifs ont une logique de blocage, qui induira que le relais réarme le signal de déclenchement après le retard lorsque le courant est maintenu. Dans ce cas, il convient que la durée de l'essai soit plus courte que ce retard de blocage.</p>		

Annexe B (informative)

Précision intrinsèque, précision de fonctionnement et précision globale du système

B.1 Généralités

Les liens entre les précisions intrinsèques, de fonctionnement et globale du système sont montrés graphiquement dans la Figure B.1.



IEC 1508/09

Figure B.1 – Différentes sortes de précisions

B.2 Précision intrinsèque

La précision intrinsèque comprend l'incertitude des appareils dans les conditions de référence.

B.3 Précision de fonctionnement

La précision de fonctionnement comprend la précision intrinsèque et les variations dues aux grandeurs d'influence. Il convient d'indiquer les variations supplémentaires pour chaque grandeur d'influence.

B.4 Précision de l'ensemble du système

La précision de l'ensemble du système comprend la précision de fonctionnement, la variation due à l'impédance des fils et les variations due à la précision des capteurs.

B.5 Exemple

Considérons la fonction de mesure de courant d'un dispositif de protection, mesurant un courant de $0,1 I_n$ à $20 I_n$, avec $I_n = 100$ A.

- Le premier essai sera réalisé dans les conditions de référence, par exemple, à $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, avec 40 % à 60 % d'humidité relative, une forme d'onde sinusoïdale à 50 Hz (ou 60 Hz) $\pm 0,2\%$ sans aucun déséquilibre de tension et sans facteurs d'influence CEM externes. Imaginons que sur toute la plage de mesure ($0,1 I_n$ à $20 I_n$), au pire, la fonction mesurera 998 A au lieu des 1 000 A du courant injecté. L'incertitude intrinsèque est de 2 A pour $1\,000 \text{ A}$, c'est-à-dire, une précision intrinsèque de $0,2\%$. Les essais suivants seront réalisés, par exemple à I_n (100 A). Imaginons que dans les conditions de référence le courant mesuré soit égale à 99,8 A.
- Le deuxième essai sera réalisé dans les conditions de référence, à l'exception de la température. Imaginons que sur toute la plage de température (par exemple de -25°C à $+70^\circ\text{C}$), au pire, la fonction mesurera 99,7 A au lieu des 99,8 A précédemment mesurés. La variation due à l'influence de la température est alors de 0,1 A sur 99,8 A, ce qui représente une variation de $0,1\%$.
- Le troisième essai sera réalisé dans les conditions de référence, à l'exception de la fréquence. Imaginons que sur toute la plage de fréquence (par exemple de -5% à $+5\%$), au pire, la fonction mesurera 99,825 A au lieu des 99,8 A précédemment mesurés. La variation due à l'influence de la fréquence est alors de 0,025 A sur 99,8 A, ce qui représente une variation de $0,025\%$.
- Le quatrième essai sera réalisé dans les conditions de référence, y compris les harmoniques. Imaginons que sur toute la plage des harmoniques (par exemple de 10% avec la 3^{ème} harmonique, 12% avec la 5^{ème} harmonique...), au pire, la fonction mesurera 99,805 A au lieu des 99,8 A précédemment mesurés. La variation due à l'influence des harmoniques est alors de 0,005 A sur 99,8 A, ce qui représente une variation de $0,005\%$.

Il est alors possible de calculer la précision de fonctionnement avec la formule suivante:

$$\text{Précision de fonctionnement} = |\text{Précision intrinsèque}| + 1,15 \times \sqrt{\sum_{i=1}^N (\text{variation due aux grandeurs d'influence})^2}$$

$$\text{Précision de fonctionnement} = |0,2| + 1,15 \times \sqrt{0,1^2 + 0,025^2 + 0,005^2} = 0,32\%$$

Il est alors possible de calculer la précision globale du système avec la formule suivante (en supposant que le capteur de courant est un capteur de classe 0,5 et en supposant qu'il existe des fils courts):

$$\text{Précision de l'ensemble du système} = 1,15 \times \sqrt{(\text{précision de fonctionnement})^2 + \sum_{i=1}^N (\text{précision capteur/câblage})^2}$$

$$\text{Précision de l'ensemble du système} = 1,15 \times \sqrt{(0,32)^2 + (0,5)^2} = 0,68\%$$

Annexe C (informative)

Lignes directrices sur la sûreté de fonctionnement

C.1 Généralités

La Figure C.1 ci dessous donne une vue d'ensemble des champs d'intérêt pour les relais de protection.

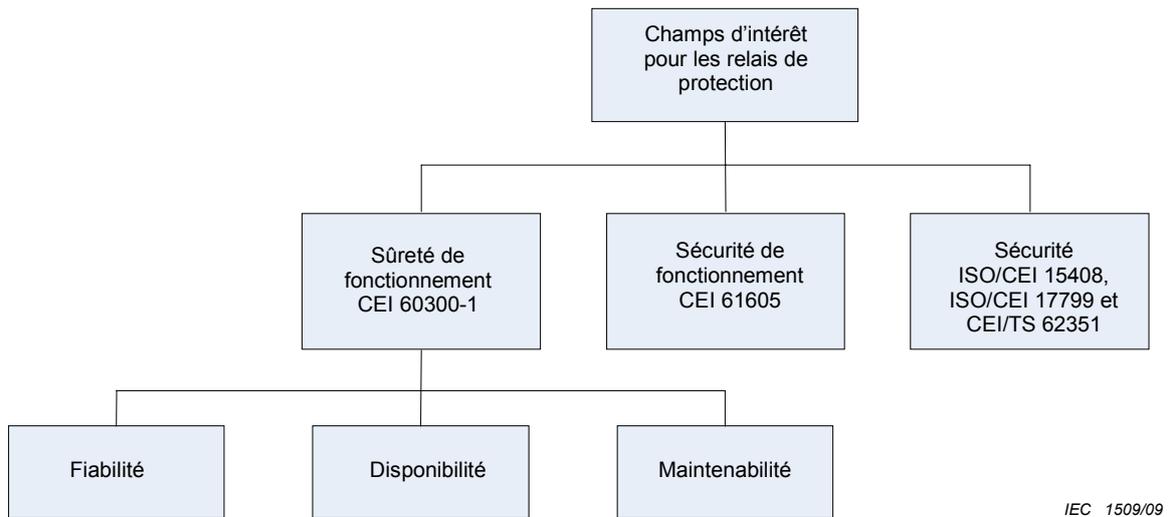


Figure C.1 – Vue d'ensemble des champs d'intérêt pour les relais de protection

C.2 Sécurité de fonctionnement et (cyber)sécurité

Pour les aspects sécurité fonctionnelle, on peut se référer par exemple à la CEI 61508 [3] et le Guide ISO/CEI 51 [4].

Pour les aspects de (cyber)sécurité, on peut se référer à la l'ISO/CEI 17799 [5] et aux séries de l'ISO/CEI 15408 [6] et la CEI/TS 62351 [7].

NOTE Le nouveau concept de (cyber)sécurité diffère de celui donné par la CEI 60050-448 [8].

C.3 Aspect sureté de fonctionnement

Le schéma suivant, explique les différentes phases entre les pannes:

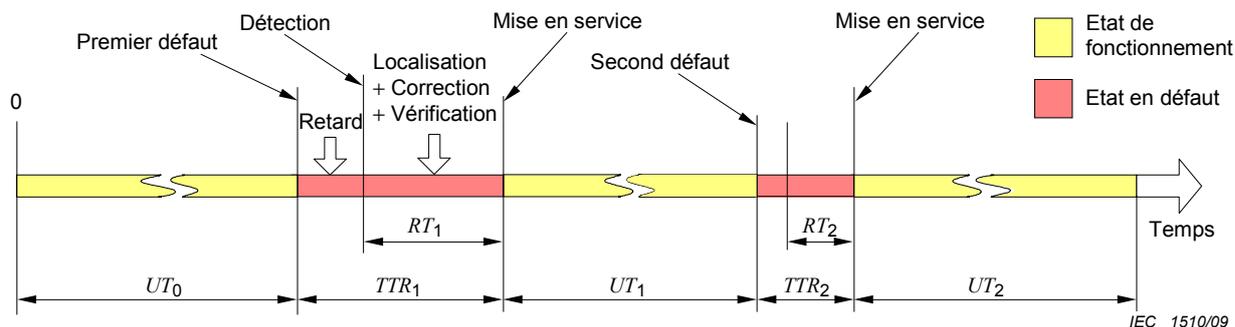


Figure C.2 – Organigramme de détection de pannes

Tableau C.1 – Définitions des symboles

CEI 60050-191 référence	Définition	Symbole
191-09-11	Temps de disponibilité	UT
191-09-08	Temps d'indisponibilité ^a	DT
191-08-16	Temps de réparation	RT
191-07-25	Rétablissement	---
---	Temps de panne	TTR

^a Le temps d'indisponibilité comprend à la fois la maintenance corrective (le temps de panne) et la maintenance préventive.

Tableau C.2 – Signification des termes définis dans la CEI 60050-191 pour les relais de protection

CEI 60050-191 référence	Définition	Signification
191-12-06	Durée moyenne de fonctionnement avant la première défaillance	$MTTF = UT_0$
191-12-07	Durée moyenne de fonctionnement avant défaillance	$MTTF = \frac{\sum_0^n UT_i}{n+1}$
191-12-08	Temps moyen entre défaillances	Temps moyen entre défaillances = $\frac{\sum_1^n UT_i + TTR_i}{n}$
191-12-09	Moyenne des temps de bon fonctionnement	$MTBF = \frac{\sum_1^n UT_i}{n}$
191-11-11	Temps moyen de disponibilité	$MUT = \frac{\sum_0^n UT_i}{n+1}$
191-11-12	Temps moyen d'indisponibilité	$MDT = \frac{\sum_1^n DT_i}{n}$

CEI 60050-191 référence	Définition	Signification
191-13-08	Durée moyenne de panne	$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^n TTR_i}{n}$
191-13-05	Durée moyenne de réparation,	$MRT = \frac{\sum_{i=1}^n RT_i}{n}$
<p>NOTE 1 Le temps d'indisponibilité comprend à la fois la maintenance corrective (le temps de panne) et la maintenance préventive. Cependant, le temps moyen d'indisponibilité (MDT) est différent de la durée moyenne de panne (MTTR) et le temps moyen de disponibilité (MUT) est différent de la moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF).</p> <p>NOTE 2 Pour du matériel non réparable, la durée moyenne de fonctionnement avant défaillance (MTTF) et la durée moyenne de fonctionnement avant la première défaillance (MTTFF) sont les mêmes.</p>		

Bibliographie

- [1] IEEE Std C37.118:1995, *IEEE standard for synchrophasors for power systems*
 - [2] IEEE Std C37.2:1996, *IEEE standard electrical power system device function numbers and contact designations*
 - [3] CEI 61508 (toutes les parties), *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/ électroniques/ électroniques programmables relatifs à la sécurité*
 - [4] Guide ISO/CEI 51, *Aspects liés à la sécurité – Principes directeurs pour les inclure dans les normes*
 - [5] ISO/CEI 17799, *Technologies de l'information – Techniques de sécurité – Code de bonne pratique pour la gestion de la sécurité de l'information*
 - [6] ISO/CEI 15408 (toutes les parties), *Technologies de l'information – Techniques de sécurité – Critères d'évaluation pour la sécurité TI*
 - [7] CEI/TS 62351 (all parts), *Power systems management and associated information exchange – Data and communications security* (disponible uniquement en anglais)
 - [8] CEI 60050-448, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 448: Protection des reseaux d'energie*
 - [9] CEI 60255-5:2000, *Relais électriques – Partie 5: Coordination de l'isolement des relais de mesure et des dispositifs de protection – Prescriptions et essais*
 - [10] CEI 60300-1, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 1: Gestion du programme de sûreté de fonctionnement*
-

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE.
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE.
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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