

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Low-voltage switchgear and controlgear –
Part 6-2: Multiple function equipment – Control and protective switching devices
(or equipment) (CPS)**

**Appareillage à basse tension –
Partie 6-2: Matériels à fonctions multiples – Appareils (ou matériel) de connexion
de commande de protection (ACP)**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Low-voltage switchgear and controlgear –
Part 6-2: Multiple function equipment – Control and protective switching devices
(or equipment) (CPS)**

**Appareillage à basse tension –
Partie 6-2: Matériels à fonctions multiples – Appareils (ou matériel) de connexion
de commande de protection (ACP)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.120.40; 29.130.20

ISBN 978-2-8322-9161-0

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

CONTENTS

FOREWORD	7
1 Scope	10
2 Normative references	10
3 Terms and definitions	11
3.1 General	11
3.2 Terms and definitions related to the equipment	12
3.3 Terms and definitions concerning characteristic quantities	13
3.4 Terms and definitions concerning safety aspects	14
4 Classification	15
5 Characteristics	15
5.1 Summary of characteristics	15
5.2 Type of equipment	15
5.2.1 Number of poles	15
5.2.2 Kind of current (alternating current or direct current)	15
5.2.3 Method of operation	15
5.2.4 Method of control	16
5.2.5 Method of resetting after overload	16
5.2.6 Method of rearming after short-circuit	16
5.3 Rated and limiting values of the main circuit	16
5.3.1 Rated voltages	16
5.3.2 Currents and powers	16
5.3.3 Rated frequency	16
5.3.4 Rated duties	16
5.3.5 Normal load and overload characteristics – Rated making and breaking capacities	17
5.3.6 Short circuit characteristics – Rated service short-circuit breaking capacity (I_{CS})	17
5.3.7 Pole impedance of a CPS (Z)	17
5.4 Utilization categories	17
5.4.1 General	17
5.4.2 Assignment of utilization categories based on the results of tests	18
5.4.3 Application of utilization categories for motor control duty	19
5.5 Control circuits	19
5.6 Auxiliary circuits	20
5.7 Relays or releases	20
5.7.1 Summary of characteristics	20
5.7.2 Types of relays or releases	20
5.7.3 Characteristic values	21
5.7.4 Designation and current setting of overload relays or releases	21
5.7.5 Time-current characteristics of over current relays or releases	21
5.7.6 Influence of ambient air temperature	22
6 Product information	22
6.1 Nature of information	22
6.1.1 Identification	22
6.1.2 Characteristics	22
6.2 Marking	23
6.3 Instructions for installation, operation and maintenance	24

6.4	Environmental information	24
7	Normal service, mounting and transport conditions	24
8	Constructional and performance requirements	25
8.1	Constructional requirements	25
8.1.1	General	25
8.1.2	Materials	25
8.1.3	Current-carrying parts and their connections	26
8.1.4	Clearances and creepage distances	26
8.1.5	Actuator	26
8.1.6	Indication of the contact position	27
8.1.7	Additional requirements for equipment suitable for isolation	27
8.1.8	Terminals	27
8.1.9	Additional requirements for equipment provided with a neutral pole	27
8.1.10	Provisions for protective earthing	27
8.1.11	Enclosures for equipment	27
8.1.12	Degrees of protection of enclosed equipment	28
8.1.13	Conduit pull-out, torque and bending with metallic conduits	28
8.1.14	Limited energy source	28
8.1.15	Stored charge energy circuit	30
8.1.16	Fault and abnormal conditions	30
8.1.17	Short-circuit and overload protection of ports	31
8.2	Performance requirements	31
8.2.1	Operating conditions	31
8.2.2	Temperature-rise	37
8.2.3	Dielectric properties	39
8.2.4	Performance under no load, normal load and overload conditions	39
8.2.5	Ability to make, carry and break short-circuit currents	45
8.2.6	Pole impedance	46
8.2.7	Leakage currents of equipment suitable for isolation	46
8.2.8	Coil power consumption	46
8.2.9	Co-ordination between a CPS and another short-circuit protective device	46
8.3	Electromagnetic compatibility (EMC)	46
8.3.1	General	46
8.3.2	Immunity	47
8.3.3	Emission	47
9	Tests	48
9.1	Kind of tests	48
9.1.1	General	48
9.1.2	Type test	48
9.1.3	Routine tests	48
9.1.4	Sampling tests	48
9.1.5	Special tests	48
9.2	Compliance with constructional requirements	49
9.2.1	General	49
9.2.2	Electrical performance of screwless-type clamping units	49
9.2.3	Ageing test for screwless-type clamping units	50
9.2.4	Limited energy source test	50
9.2.5	Breakdown of components	51

9.3	Compliance with performance requirements	51
9.3.1	Test sequences	51
9.3.2	General test conditions	52
9.3.3	Performance under no load, normal load and overload conditions.....	52
9.3.4	Performance under short-circuit conditions	61
9.4	EMC tests	63
9.4.1	General	63
9.4.2	Immunity.....	64
9.4.3	Emission.....	69
9.5	Test sequences	70
9.5.1	General	70
9.5.2	Test sequence I: temperature-rise, operating limits, dielectric properties	71
9.5.3	Test sequence II: performance under normal load and overload conditions	75
9.5.4	Test sequence III: operational performance before and after operating sequences at conventional prospective current I_{Cr} and conventional prospective current "r" test	76
9.5.5	Test sequence IV: operational performance before and after operating sequences at I_{CS}	77
9.5.6	Test sequence V: additional breaking capacity.....	78
9.5.7	Test sequence VI: additional test sequence for four-pole CPS's.....	78
9.5.8	Test sequence VII: additional test sequence for CPS's intended for use in an individual enclosure	79
9.5.9	Test sequence VIII: EMC	79
9.6	Routine tests.....	79
9.6.1	General	79
9.6.2	Operation and operating limits	80
9.6.3	Dielectric tests	80
Annex A (normative)	Special tests	81
A.1	General.....	81
A.2	Mechanical durability	81
A.2.1	General	81
A.2.2	Verification of mechanical durability	81
A.3	Electrical durability	83
Annex B (xxx)	Vacant	84
Annex C (normative)	Marking and identification of CPS terminals	85
C.1	General.....	85
C.2	Marking and identification of terminals of main circuits.....	85
C.2.1	General	85
C.2.2	Marking and identification of terminals of auxiliary circuits	85
Annex D (informative)	Items subject to agreement between manufacturer and user	86
Annex E (xxx)	Vacant	87
Annex F (normative)	Requirements for auxiliary contact linked with power contact (mirror contact)	88
F.1	Application and object.....	88
F.1.1	Application.....	88
F.1.2	Object.....	88
F.2	Terms and definitions.....	88
F.3	Characteristics	88

F.4	Product information.....	88
F.5	Normal service, mounting and transport conditions	89
F.6	Constructional and performance requirements	89
F.7	Tests	89
F.7.1	General	89
F.7.2	Tests on products in a new condition	89
F.7.3	Test after conventional operational performance (defined under Table 10)	90
Annex G (normative)	Test sequence for CPS's for IT systems	91
G.1	General.....	91
G.2	Individual pole short circuit	91
G.3	Verification of dielectric withstand	92
G.4	Verification of overload releases	92
G.5	Marking.....	92
Annex H (xxx)	Vacant	93
Annex I (informative)	Glossary of symbols and graphical representation of characteristics	94
Annex J (xxx)	Vacant	95
Annex K (normative)	Procedure to determine data for electromechanical CPS used in functional safety applications	96
K.1	General.....	96
K.2	Test requirements	96
K.3	Characterization of a failure mode	96
K.4	Failure ratios of a CPS	96
Annex L (xxx)	Vacant	98
Annex M (informative)	Load monitoring indicators	99
M.1	General.....	99
M.2	Indicators list	99
M.3	Uncertainty	101
M.4	Tests	102
M.4.1	Routine tests	102
M.4.2	Type tests	102
Annex N (normative)	Additional requirements and tests for equipment with protective separation.....	104
N.1	General.....	104
N.2	Terms and definitions.....	104
N.3	Requirements	104
N.3.1	Test method for implementing protective impedance.....	104
N.3.2	Touch current measurement	105
Bibliography		107
Figure 1	Multiple of current setting limits for ambient air temperature time-delay overload relays or releases (see 8.2.1.5.1)	34
Figure 2	Thermal memory test	36
Figure 3	Voltage drop measurement at contact point of the clamping terminal	50
Figure 4	Example of a pole impedance measurement for a three-pole CPS.....	59
Figure 5	Representation of test current produced by back-to-back thyristors.....	67
Figure 6	Test current for the verification of the influence of the current dips and interruptions.....	68

Figure F.1 – Mirror contact.....	89
Figure M.1 – Example of quantification of a process change	101
Figure N.1 – Protection by means of protective impedance	105
Figure N.2 – Measuring instrument	106
Table 1 – Utilization categories	18
Table 20 – Limits for limited energy sources without an over-current protective device	29
Table 21 – Limits for limited energy sources with an over-current protective device	29
Table 22 – Limits for limited energy source with current limiting impedance	30
Table 2 – Limits of operation of inverse time-delay overload relays or releases when energized on all poles	33
Table 3 – Trip classes of overload relays or releases for utilization categories AC-2, AC-3, AC-3e, AC-4, DC-3, DC-5	34
Table 4 – Limits of operation of three-pole inverse time-delay overload relays or releases when energized on two poles only	35
Table 5 – Temperature-rise limits of terminals	37
Table 6 – Temperature-rise limits for insulated coils in air	38
Table 7 – Intermittent duty test cycle data	38
Table 8 – Rated making and breaking capacities – Making and breaking conditions corresponding to the utilization categories	40
Table 9 – Relationship between current broken I_C and OFF-time for the verification of rated making and breaking capacities	41
Table 10 – Conventional operational performance after making/breaking capacity tests – Making and breaking conditions according to utilization category	43
Table 11 – Operational performance before and after short-circuit tests at I_{Cr} and I_{Cs} – Making and breaking conditions according to utilization category	44
Table 12 – Value of the prospective test current according to the rated operational current	45
Table 13 – Value of the prospective test current according to the rated operational current (harmonized table)	46
Table 14 – Performance criteria when EM disturbances are present	47
Table 15 – EMC immunity tests	64
Table 16 – Test parameters for harmonics and interruptions	68
Table 17 – Terminal disturbance voltage limits for conducted radio-frequency emission (for mains ports)	69
Table 18 – Radiated emission test limits	70
Table 19 – Test sequences	70
Table F.1 – Test voltage according to altitude	90
Table G.1 – Individual pole	91
Table K.1 – Failure mode of CPS	96
Table K.2 – Typical failure ratios for CPS	97
Table M.1 – AC monitoring indicators list	100
Table M.2 – Different possibilities authorized for verification of indicators	102
Table M.3 – Reference for verification conditions	103
Table M.4 – Harmonic levels	103

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

**Part 6-2: Multiple function equipment –
Control and protective switching devices (or equipment) (CPS)**

FOREWORD

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

International Standard IEC 60947-6-2 has been prepared by subcommittee 121A: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 121: Switchgear and controlgear and their assemblies for low-voltage.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2002 and its Amendment 1:2007. This edition constitutes a technical revision.

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

- editorial changes according to ISO/IEC directives Part 2,
- alignments with IEC 60947-1:2020:
 - markings ("s", "sol", "r" or "f");
 - constructional requirements including material requirements;
 - requirements for screwless terminals;

- measurement method of the pole impedance;
- EMC requirement and testing;
- procedure to determine data for electromechanical CPS's used in functional safety applications;
- harmonisation with IEC 60947-2:2016:
 - operation tests of under-voltage relays and shunt releases;
 - CPS for IT systems (Annex G);
 - coordination with other short-circuit protective devices;
- alignments with IEC 60947-4-1:2018:
 - test at the rated conditional short-circuit current I_q of protected switching devices;
 - short-circuit tests harmonisation with North America;
 - reliability data for functional safety applications (new Annex K);
 - safety aspects related to electronic circuits and protective impedance (new Annex N);
 - introduction of provisions covering the impact of higher locked rotor current to achieve high efficiency class;
 - mention of dedicated wiring accessories;
 - definitions and measurement method of the power consumption of the control circuit during holding and pick-up operations;
 - load monitoring indicators (new Annex M).

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
121A/384/FDIS	121A/392/RVD

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

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

A list of all the parts in the IEC 60947 series, under the general title *Low-voltage switchgear and controlgear*, can be found on the IEC website.

This document shall be read in conjunction with IEC 60947-1, *Low voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*.

The provisions of the general rules are applicable to this part of IEC 60947-6, where specifically called for. General rules clauses and subclauses thus applicable as well as tables, figures and annexes are identified by reference to IEC 60947-1, for example, 1.2.3, Table 4, or Annex A of IEC 60947-1:2020.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-2:2020

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 6-2: Multiple function equipment – Control and protective switching devices (or equipment) (CPS)

1 Scope

This document applies to control and protective switching devices (or equipment) (CPS), the main contacts of which are intended to be connected to circuits of rated voltage not exceeding 1 000 V AC or 1 500 V DC.

It covers control and protective switching device (CPS):

- which provides protective and control functions for circuits and motors;
- where its control function is operated exclusively otherwise than by hand;
- which provides continuity of service after over-current conditions; and
- which can have additional functions, such as isolation or communication.

This document does not apply to:

- auxiliary contacts, covered by IEC 60947-5-1;
- CPS used downstream to frequency drive¹;

NOTE Additional requirements for CPS used downstream to frequency drive are under consideration for the next maintenance cycle.

- the use of the product with additional measure within explosive atmospheres, covered by IEC 60079 (all parts);
- embedded software design rules, covered by IEC TR 63201;
- cyber security aspects, covered by IEC TS 63208.

The object of this document is to state:

- the characteristics of CPS's;
- the conditions with which CPS's are complying with reference to their operation and behaviour, their dielectric properties, the degree of protection provided by their enclosure where applicable, its construction including safety measures against electric shock, fire hazard and mechanical hazard;
- the tests intended to verify that these conditions have been met, and the methods to be adopted for these tests;
- the information to be marked on or given with the CPS's.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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.

¹ For this subject, the manufacturer is responsible to take additional safety measures.

IEC 60034-1:2017, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60085:2007, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment* (available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams* (available at <http://std.iec.ch/iec60617>)

IEC 60715:2017, *Dimensions of low-voltage switchgear and controlgear – Standardized mounting on rails for mechanical support of switchgear, controlgear and accessories*

IEC 60730-1, *Automatic electrical controls – Part 1: General requirements*

IEC 60947-1:2020, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-2:2016, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*
IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

IEC 60947-5-1:2016, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*

IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity standard for industrial environments*

IEC 61051-2, *Varistors for use in electronic equipment – Part 2: Sectional specification for surge suppression varistors*

CISPR 11:2015, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

CISPR 11:2015/AMD1:2016

CISPR 11:2015/AMD2:2019

CISPR 32, *Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements*

ISO 3864-2, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 2: Design principles for product safety labels*

3 Terms and definitions

3.1 General

For the purposes of this document, the terms and definitions of Clause 3 of IEC 60947-1:2020, as well as the following terms, definitions, symbol and abbreviations apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.2 Terms and definitions related to the equipment

3.2.1

control and protective switching device

CPS

mechanical switching device with a control function operated otherwise than by hand capable of:

- making, carrying and breaking currents under normal conditions;
- making, carrying for a specified time in overload condition;
- breaking currents under specified abnormal operating condition such as those of short-circuits;
- continuity of service,

with or without local manual operating means

Note 1 to entry The term "with a control function operated otherwise than by hand" means that the device is intended to be controlled and kept in working position from one or more external controls.

Note 2 to entry: A CPS can consist of a single device but is always rated as a unit. Coordination can be either inherent or obtained by correct selection of releases in accordance with the manufacturer's instructions.

3.2.2

direct-on-line CPS

CPS which connects the line voltage across the motor terminals in one step

3.2.3

reversing CPS

CPS for starting a motor, intended to cause a motor to reverse the direction of rotation by reversing the motor primary connections when the motor is not running

Note 1 to entry An application where reversing the motor primary connections while the motor is running is called plugging.

3.2.4

electronically controlled electromagnet

electromagnet in which the coil is controlled by a circuit with active electronic elements

[SOURCE IEC 60947-4-1:2018, 3.3.8]

3.2.5

dedicated wiring accessory

prefabricated connection wiring system specifically intended for identified switchgear or controlgear

Note 1 to entry A dedicated wiring accessory can be integrated in the switchgear or controlgear or delivered separately.

Note 2 to entry A typical dedicated wiring accessory is for example a connection link.

3.2.6

phase-loss sensitive relay or release

<motor protection> multipole relay or release for motor protection which operates in case of loss of phase in accordance with specified requirements

3.2.7

under-current relay or release

relay or release which operates automatically when the current through it is reduced below a predetermined value

3.2.8**under-voltage relay or release**

relay or release which operates automatically when the voltage applied to it is reduced below a predetermined value

3.2.9**stall relay or release**

electronic overload relay or release which operates when the current has not decreased below a predetermined value for a specific period of time during start-up or when the relay or the release receives the input indicating there is no rotation of the motor after a predetermined time in accordance with specified requirements

Note 1 to entry Explanation of stall: rotor locked during start.

Note 2 to entry With appropriate adjustment of the current and starting time settings, such relay or release can be used to detect starts requiring longer than specified times.

3.2.10**jam relay or release**

electronic overload relay or release which operates in the case of overload and also when the current has increased above a predetermined value for a specific period of time during operation in accordance with specified requirements

Note 1 to entry A jam is a high overload occurring after the completion of starting which causes the current to reach the locked rotor current value of the motor being controlled.

3.2.11**inhibit time**

time-delay period during which the tripping function of the relay is inhibited (may be adjustable)

3.3 Terms and definitions concerning characteristic quantities**3.3.1****continuity of service**

<of a control and protective switching device> capability to return into service after occurrence of an over-current fault in the circuit under control at all current up to the rated service short-circuit breaking capacity I_{CS} of the control and protective switching device

3.3.2**holding power**

power needed to maintain the operation of the electromagnet

[SOURCE: IEC 60947-4-1:2018, 3.3.9, modified – Without “(of a contactor)”.]

3.3.3**pick-up power**

power needed to operate the device from the de-energized state

[SOURCE: IEC 60947-4-1:2018, 3.3.10, modified – Deletion of “(of a contactor)” in the term and of “to the energized state” in the definition.]

3.3.4**O**

<operation> breaking operation by the device under short-circuit current

3.3.5**CO**

<operation> making operation under short-circuit current followed, after the appropriate opening time, by a breaking operation

3.3.6

rCO

<operation> remote controlled CO operation

3.3.7

galvanic separation

prevention of electric conduction between two electric circuits intended to exchange power and/or signals

Note 1 to entry Galvanic separation can be provided e.g. by an isolating transformer or an opto-coupler.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-26]

3.3.8

conventional prospective current “r”

specified value of prospective short-circuit current for which the switching device is tested under specified conditions

3.3.9

conventional prospective current I_{cr}

specified values of prospective short-circuit current for which the switching device is tested under specified conditions followed by operational performance tests

3.4 Terms and definitions concerning safety aspects

3.4.1

abnormal operating condition

temporary operating condition that is not a normal operating condition and is not a single fault condition of the equipment itself

Note 1 to entry An abnormal operating condition is a temporary condition which can be introduced by the equipment or by a person and can result in a failure of a component, a device or a safeguard

Note 2 to entry This definition is used in the context of component failure risk analysis.

3.4.2

accessible part

part which can be touched by means of the standard test finger

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-01-15]

3.4.3

hazardous-live-part

live part which, under certain conditions, can give a harmful electric shock

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-06-05]

3.4.4

limited energy source

source that is designed and protected that, under both normal operating conditions and single fault conditions, the current that can be delivered is not hazardous with respect to fire hazard

3.4.5

protective impedance

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

[SOURCE: IEC 62477-1:2012, 3.42]

3.4.6

reasonably foreseeable misuse

use of a product or system in a way not intended by the supplier, but which can result from readily predictable human behaviour

[SOURCE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.7, modified – Notes to entry have been deleted]

3.4.7

single fault condition

condition in which there is a fault of a single protection (but not a reinforced protection) or of a single component or a device

Note 1 to entry If a single fault condition results in one or more other fault conditions, all are considered as one single fault condition.

Note 2 to entry: Reinforced protection is defined in IEC 60050-903:2013, 903-02-08.

[SOURCE: IEC Guide 104:2019, 3.8]

4 Classification

Data which may be used as criteria for classification are given in 5.2.

5 Characteristics

5.1 Summary of characteristics

The characteristics of a CPS shall be stated in terms of the following, as applicable:

- type of CPS (5.2);
- rated and limiting values of the main circuit (5.3);
- utilization categories (5.4);
- control circuits (5.5);
- auxiliary circuits (5.6);
- relays and releases (5.7);
- items subject to agreement between manufacturer and user (see Annex D).

NOTE In the context of this document, the term "manufacturer" means any person, company or organization with ultimate responsibility as follows:

- to verify compliance with this document;
- to provide the product information according to Clause 6 (marking, identification, characteristics).

For information exchange in electronic format, e.g. electronic catalogue, IEC 62683-1 gives the data format of the essential characteristics of motor-starter combination and their accessories.

5.2 Type of equipment

5.2.1 Number of poles

5.2.2 Kind of current (alternating current or direct current)

5.2.3 Method of operation

For example: electromagnetic, manual, motor operated.

5.2.4 Method of control

For example:

- automatic (by pilot switch or sequence control);
- non-automatic (such as by handle or by push-buttons).

5.2.5 Method of resetting after overload

The following types are recognized:

- self resetting;
- local manual resetting;
- remote resetting.

5.2.6 Method of rearming after short-circuit

The following types are recognized:

- CPS capable of remote re-arming after operation;
- CPS incapable of remote re-arming after operation:
 - those not requiring replacement of a renewable short-circuit protective element, for example a normally operated circuit-breaker;
 - those requiring replacement of a renewable short-circuit protective element, for example a fuse-link.

5.3 Rated and limiting values of the main circuit

5.3.1 Rated voltages

Subclause 5.3.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

CPS's for unearthed or impedance earthed systems (IT) require additional tests according to Annex G.

5.3.2 Currents and powers

A CPS is defined by the following currents and powers:

- conventional free air thermal current (I_{th}): 5.3.2.1 of IEC 60947-1:2020 applies;
- conventional enclosed thermal current (I_{the}): 5.3.2.2 of IEC 60947-1:2020 applies;
- rated operational current (I_e) or, if applicable, rated operational power: 5.3.2.3 of IEC 60947-1:2020 applies.

5.3.3 Rated frequency

Subclause 5.3.3 of IEC 60947-1:2020 applies.

5.3.4 Rated duties

Subclause 5.3.4 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition to 5.3.4.3 of IEC 60947-1:2020 (intermittent periodic duty or intermittent duty).

In case of utilization categories AC-2, AC-3 and AC-3e, an operating cycle comprises starting, running to full speed and switching off the supply to the motor.

NOTE In the case of a CPS controlling a motor for intermittent duty, the difference between the thermal time-constant of the overload relay and that of the motor can render a thermal relay unsuitable for overload protection. For installations intended for intermittent duty, the question of overload protection is subject to an agreement between manufacturer and user.

5.3.5 Normal load and overload characteristics – Rated making and breaking capacities

Subclauses 5.3.5.2 and 5.3.5.3 of IEC 60947-1:2020 apply with the following additions.

Requirements for the various utilization categories (5.4) are given in 8.2.4.1.

The rated making and breaking capacities are only valid when the CPS is operated in accordance with the requirements of 8.2.1.1 and 8.2.1.2.

5.3.6 Short circuit characteristics – Rated service short-circuit breaking capacity (I_{cs})

Subclause 5.3.6.3 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

A rated short-circuit breaking capacity requires that the CPS shall be able to break any value of short-circuit current up to and including the value corresponding to the rated capacity at a power-frequency recovery voltage corresponding to the prescribed test voltage values and,

- for alternating current, at any power-factor not less than that of Table 16 of IEC 60947-1:2020;
- for direct current, with a time-constant up to that of Table 16 of IEC 60947-1:2020.

The rated service short-circuit breaking capacity of a CPS is the value of service short-circuit breaking capacity assigned to that CPS by the manufacturer for the corresponding rated operational voltage, under the conditions specified in 9.5.3.3. It is expressed as a value of prospective breaking current. I_{cs} shall be equal to or greater than the conventional prospective current I_{cr} (see 8.2.5 a)).

For alternating current, the short-circuit making capacity of a CPS shall be not less than its rated service short-circuit breaking capacity, multiplied by the factor n of Table 16 of IEC 60947-1:2020.

For direct current, the short-circuit making capacity of a CPS shall be not less than its rated service short-circuit breaking capacity.

5.3.7 Pole impedance of a CPS (Z)

Subclause 5.3.7 of IEC 60947-1:2020 applies.

5.4 Utilization categories

5.4.1 General

Subclause 5.4 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

Utilization categories given in Table 1 are considered as standard. Any other type of utilization shall be based on an agreement between manufacturer and user, but information given in the manufacturer's catalogue or a tender may constitute such an agreement.

Each utilization category is characterized by the values of currents (including prospective conventional test current, see 8.2.5 a)), voltages, power factors, or time-constants and other data in Table 9, Table 10, Table 11, Table 12 and Table 13 and by the test conditions specified in this document.

For CPS's defined by their utilization categories, it is therefore unnecessary to specify separately the rated making and breaking capacities as these values depend directly on the utilization category as shown in Table 9.

The voltage for all utilization categories is the rated operational voltage of the CPS.

Table 1 – Utilization categories

Specific utilization categories	Harmonised utilization categories ^d	Typical load
AC-40		Distribution circuits comprising mixed resistive and reactive loads having a resultant inductive reactance
AC-41	AC-1	Non-inductive or slightly inductive loads
AC-42	AC-2	Slip-ring motors or mixed resistive and inductive loads, including moderate overloads
AC-43	AC-3	Squirrel-cage motors ^{a, b}
	AC-3e	Squirrel-cage motors with higher locked rotor current ^{a, c}
AC-44	AC-4	Squirrel-cage motors ^b plugging, inching
AC-45a	AC-5a	Discharge lamp controls
AC-45b	AC-5b	Incandescent lamps
DC-40		Distribution circuits comprising mixed resistive and reactive loads having a resultant inductive reactance
DC-41	DC-1	Non-inductive or slightly inductive loads
DC-43	DC-3	Shunt-motors
DC-45	DC-5	Series-motors
DC-46	DC-6	DC incandescent lamps

^a AC-3 category may be used for occasional inching (jogging) or plugging for limited time periods such as machine set up; during such limited time periods the number of operations should not exceed five per minute nor 10 in a 10-min period.

^b Asynchronous motor of design N and H according to IEC 60034-12:2016.

^c Asynchronous motor of design NE and HE, according to IEC 60034-12:2016, having extended/higher locked rotor apparent power and current than design N and H respectively, to achieve a higher efficiency class according to IEC 60034-30-1.

^d The new utilization categories according to Annex A of IEC 60947-1:2020 are proposed to replace the specific ones but the specific utilization categories are remaining valid.

5.4.2 Assignment of utilization categories based on the results of tests

- a) A CPS which has been tested for one utilization category or at any combination of parameters (such as highest operational voltage and current, etc.) can be assigned other utilization categories without additional testing provided that the values of test current, voltages, power-factors or time-constants, number of operating cycles, the ON-times and OFF-times given in Table 9 and Table 10 and the test circuit for the assigned utilization categories are not more severe than those at which the equipment has been tested and temperature-rise has been verified at a current not less than the highest assigned rated operational current in continuous duty.

For example, when tested for utilization category AC-4, a CPS may be assigned utilization category AC-3 provided that I_e for AC-3 is not higher than 1,2 times I_e for AC-4 at the same rated operational voltage.

- b) DC-3 or DC-5 CPS is assumed to be capable of opening and closing loads other than those on which they have been tested provided that:

– the voltage and current do not exceed the specified values of U_e and I_e ;

- the energy J stored in the actual load is equal to or less than the energy J_c stored in the load with which the CPS has been tested. The values of the energy stored in the test circuit are as follows:
 - For DC-3: $J_c = 0,005\ 25 \times U_e \times I_e$
 - For DC-5: $J_c = 0,031\ 5 \times U_e \times I_e$

The values of the constants 0,005 25 and 0,031 5 are derived from: $I_c = \frac{1}{2} LI^2$ where the time-constant has been replaced by $2,5 \times 10^{-3}$ s for DC-3 and 15×10^{-3} s for DC-5 and where $U = 1,05 U_e$ and $I = 4 I_e$ (see Table 9).

5.4.3 Application of utilization categories for motor control duty

Typical service conditions are:

- rotation in one direction, the motor being switched off while running under normal service conditions (utilization categories AC-2, AC-3 and AC-3e);
- rotation in two directions, but running of the motor in the second direction being started only after the CPS has been switched off and the motor completely stopped (utilization categories AC-2, AC-3 and AC-3e);
- rotation in one direction, or in two directions as in the previous paragraph, but with the possibility of infrequent inching. For this service condition, a direct-on-line CPS is generally used (utilization category AC-3 and AC-3e);
- rotation in one direction with frequent inching (jogging); a direct-on-line CPS is generally used (utilization category AC-4);
- rotation in one or two directions but with the possibility of infrequent plugging in order to stop the motor, the plugging being associated with rotor resistor braking if this is provided. In this case a CPS may be used in the stator circuit (utilization category AC-2);
- rotation in two directions but with the possibility of reversing the supply connections to the motor while it is running in the first direction (plugging), in order to obtain its rotation in the other direction while switching off the motor running under normal service conditions. A direct-on-line reversing CPS with plugging capability is generally used for this service condition (utilization category AC-4).

Unless otherwise stated, CPS's used as starters are designed on the basis of the starting characteristics of the motors compatible with the making capacities of Table 9. When the starting current of a motor exceeds these values, a CPS having a suitably higher rated operational current should be used.

5.5 Control circuits

Subclause 5.5 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

The list of characteristics given in 5.5.1 of IEC 60947-1:2020 shall be completed by:

- limited energy (if the source is in accordance with 8.1.14);
- SELV (PELV) supply (in accordance with Annex N of IEC 60947-1:2020).

NOTE In the USA and Canada, control circuits can be characterised as Class 2 sources as defined in NFPA 70, National Electrical Code and CSA C22.1, Canadian Electrical Code in lieu of or in addition to SELV (PELV) sources.

- the power consumption of the electromagnet of a CPS, necessary for determining the characteristics of the power supply of the control circuit, is given by:
 - holding power;
 - pick-up power.

5.6 Auxiliary circuits

Subclause 5.6 of IEC 60947-1:2020 applies.

Digital inputs and/or digital outputs contained in CPS, and intended to be compatible with PLC's, shall fulfil the requirements of Annex S of IEC 60947-1:2020.

Annex F applies for CPS equipped with mirror contact.

5.7 Relays or releases

5.7.1 Summary of characteristics

The characteristics of relays and releases shall be stated in the following terms, whenever applicable:

- types of relay or release (see 5.7.2);
- characteristic values (see 5.7.3);
- designation and current settings of overload relays (see 5.7.4);
- time-current characteristics of overload relays (see 5.7.5);
- influence of ambient air temperature (see 5.7.6);
- extended functions as given in Annex T of IEC 60947-1:2020;
- load monitoring indicator as given in Annex M.

5.7.2 Types of relays or releases

5.7.2.1 Shunt release (3.6.34 of IEC 60947-1:2020)

5.7.2.2 Under-voltage relay or release (for opening) (3.6.35 of IEC 60947-1:2020).

5.7.2.3 Over-current relays or releases

5.7.2.3.1 Overload relays or releases

- a) Instantaneous overload relay or release (e.g. jam sensitive, 3.2.10);
- b) Definite time-delay overcurrent relay or release (3.6.27 of IEC 60947-1:2020);
- c) Inverse time-delay overcurrent relay or release (3.6.28 of IEC 60947-1:2020):
 - i) substantially independent of previous load;
 - ii) dependent on previous load;
 - iii) dependent on previous load and also sensitive to phase-loss (see 3.2.6).
- d) Stall relay or release (see 3.2.9).

5.7.2.3.2 Short-circuit relays or releases

- a) Instantaneous short-circuit relay or release;
- b) Definite time-delay overcurrent relay or release (3.6.27 of IEC 60947-1:2020).

NOTE A CPS has a combination of relays or releases from 5.7.2.3.1 and 5.7.2.3.2 above.

5.7.2.4 Other relays and releases (e.g. phase failure relay, control relay associated with devices for motor thermal protection, residual current relay)

Types referred to under 5.7.2.4 require consultation between manufacturer and user according to the particular application.

5.7.3 Characteristic values

Shunt, under-voltage (under-current), over-voltage (instantaneous over current), current or voltage asymmetry and phase reversal opening relay or release:

- rated voltage (current);
- rated frequency;
- operating voltage (current);
- operating time (when applicable);
- inhibit time (when applicable).

Over-current relay or release:

- designation and current settings (see 5.7.4);
- rated frequency, when necessary (for example, in the case of a current transformer operated overload relay);
- time-current characteristics (or range of characteristics), when necessary;
- trip class according to classification in Table 3, or the value of the maximum tripping time, in seconds, under the conditions specified in Table 2, column D, when this time exceeds 40 s;
- nature of the relay: thermal, magnetic, electronic or electronic without thermal memory;
- nature of the reset: in case of manual and/or automatic, the position shall be indicated;
- tripping time of overload relays class 10 A if longer than 2 min at -5°C or below (see 8.2.1.5.1.1).

Release with residual current sensing relay:

- rated current;
- operating current;
- operating time or time-current characteristic according to Table T.1 of IEC 60947-1:2020;
- inhibit time (when applicable);
- type designation (see Annex T of IEC 60947-1:2020).

5.7.4 Designation and current setting of overload relays or releases

Overload relays or releases are designated by their current setting (or the upper and lower limits of current setting range, if adjustable) and their trip class, where applicable. The current setting (or current setting range) shall be marked on the relay or release.

5.7.5 Time-current characteristics of over current relays or releases

Time-delay relay or release:

- definite time-delay: the time-delay of such relays or releases is independent of the over-current. The tripping time setting shall be stated as the duration in seconds of the opening time of the CPS if the time-delay is not adjustable, or the minimum and maximum values of the opening time, if the time-delay is adjustable.
- inverse time-delay: the time-current characteristics shall be given in the form of curves supplied by the manufacturer. These shall indicate how the opening time, starting from the cold state, varies with current within the range of operation of the relay or release. The manufacturer shall indicate, by suitable means, the tolerances applicable to these curves. These curves shall be given for the minimum and maximum values of the current setting and, if the time setting for a given current setting is adjustable, it is recommended that they be given in addition for each minimum and maximum values of the time setting.
- opening time: subclause 3.7.39 of IEC 60947-1:2020 applies, with the following additions:

- in the case of a CPS tripped by an over-current relay or release, the instant of initiation of the opening time is the instant when the current reaches a value large enough to cause the CPS to operate;
- in the case of a CPS operated by any form of auxiliary power, the instant of initiation of the opening time is the instant of application of the auxiliary power to or its removal from the opening release.

NOTE 1 For CPS's "opening time" is commonly referred to as "tripping time", although strictly speaking, tripping time applies to the time between the instant of initiation of the opening time and the instant when the opening command becomes irreversible.

NOTE 2 The current is plotted as abscissa and the time as ordinates, using logarithmic scales. The current is plotted as multiples of the setting current I_r and the time in seconds on the standard graph sheet detailed in 5.6.1 and Figure 1 of IEC 60269-1:2006 and in Figure 104, Figure 504 and Figure 505 of IEC 60269-2:2013.

5.7.6 Influence of ambient air temperature

Unless otherwise specified, the operating value of over-current relays or releases other than those of the thermal type is independent of the ambient air temperature within the limits of $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

For relays or releases of the thermal type:

The time-current characteristics refer to a stated value of ambient air temperature and are based on no previous loading of the overload relay (i.e. from an initial cold state).

This value of the ambient air temperature shall be clearly given on the time curves; the preferred values are $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ or $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

The overload-relays or releases shall be able to operate within the ambient air temperature range of $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ and the manufacturer shall be prepared to state the effect of variation in ambient air temperature on the characteristics of overload relays or releases.

6 Product information

6.1 Nature of information

6.1.1 Identification

- The manufacturer's name or trademark;
- Type designation or serial number;
- Number of this part, if the manufacturer claims compliance.

6.1.2 Characteristics

- Rated operational voltages U_e (see 5.3.1 and, where applicable, Annex G);
- Utilization category and rated operational currents (or, where applicable, rated powers) at the rated-operational voltages;
- Either the rated frequency (e.g.: 50 Hz, 50 Hz/60 Hz) and/or the indication "d.c." (or the symbol — — — (IEC 60417-5031:2002-10));
- Rated duty with the indication of the class of intermittent duty, if any;
- Pole impedance of the switching device (Z);
- Rated service short-circuit breaking capacity (I_{cs}) (see 5.3.6);
- Rated insulation voltage according to 5.3.1.2 of IEC 60947-1:2020;
- Rated impulse withstand voltage (U_{imp});
- Indication of the open and closed positions (according to 8.1.6);

- l) Pollution degree (see Clause 7);
- m) Rated control circuit voltage (U_c), nature of current and rated frequency (if alternating current).

NOTE 1 Other information such as the holding or pick-up power could be given e.g. in the product literature.

- n) IP code according to Annex C of IEC 60947-1:2020;

NOTE 2 In the USA and Canada this protection is defined by NFPA 70, National Electrical Code and CSA C22.1, Canadian Electrical Code as the Enclosure Environmental Type Ratings.

- o) If necessary, nature of current, rated frequency and rated control circuit supply voltage (U_s);

In the case of electronically controlled electromagnets, other information may also be necessary, for example control circuit configuration (see 5.5 of this document and Annex U of IEC 60947-1:2020).

- p) Ratings of auxiliary circuits;
- q1) Maximum permissible altitude of the site of installation, if greater than 2 000 m;
- q2) Minimum enclosure size and ventilation data (if any) to which marked ratings apply;
- q3) Details of minimum distance between CPS and earthed metal parts for CPS's intended for use without enclosures;
- r) Current setting and identification of time-current characteristic of over current relays or releases, specifying, according to 5.7, if the electronic overload relay does not contain thermal memory;
- s) Other characteristics of over-current relays or releases according to 5.7;
- t) In the case of renewable short-circuit protective elements (see 5.2) current rating, type and characteristics in accordance with relevant standard;
- u1) Suitability for isolation where applicable (see 6.2 of IEC 60947-1:2020);
- u2) Suitability for IT systems according to Annex G;
- v) Environment A or environment B (see 8.3.1 of IEC 60947-1:2020);
- w1) Length of insulation to be removed before insertion of the conductor into the terminal;
- w2) Maximum number of conductors which may be clamped;
- w3) For non-universal screwless terminals:
 - "s" or "sol" for terminals declared for rigid-solid conductors;
 - "r" for terminals declared for rigid (solid and stranded) conductors;
 - "f" for terminals declared for flexible conductors.
- w4) Special requirements, if applicable, for example shielded or twisted conductors;

NOTE 3 Unshielded or untwisted conductors are considered as normal installation conditions.

- x) Minimum cable cross-section, if different from Table 9 of IEC 60947-1:2020, for ratings ≤ 20 A according to rated ultimate short-circuit breaking capacity I_{cu} ;
- y) Values of tightening torque for the CPS terminals;
- z1) Reference of dedicated wiring accessories which can be used for wiring the CPS;
- z2) Material declaration according to Annex W of IEC 60947-1:2020.

6.2 Marking

Subclause 6.2 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions related to 6.1.1 and 6.1.2 above:

- data under items c) and n) (if the degree of protection is different than IP00) shall be marked on the equipment;
- data under items d) to g), i) to m), o) to q), s) and v) to z2) shall be included on the nameplate or on the equipment or in the manufacturer's published literature;

- data under items h) and t) and relevant operational data under items d), e) and f) shall be marked on the CPS;
- data under item r) shall be marked on the relay or release;



- data under u) shall be marked on the CPS, the global symbol being: (IEC 60417-6410:2018-11);
- terminals shall be marked so as to clearly identify line and load terminals (see 8.1.8.2).

NOTE Data under items a) and b) of 6.1.1 are already covered by 6.2 of IEC 60947-1:2020.

If the manufacturer declares an electronic overload relay without thermal memory, this shall be marked on the device.

For dedicated accessories used for wiring the CPS, data under 6.1.1 c), 6.1.2 i2) and the current I_{th} , if applicable, shall be provided in the manufacturer's published literature.

6.3 Instructions for installation, operation and maintenance

Subclause 6.3 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

The instructions shall also cover the dedicated wiring accessories.

Additional information for the decommissioning and dismantling of the device shall be maintained available to the user in case of foreseeable hazardous condition of the device, for example due to stored energy, instability or falling of objects, etc.

The manufacturer of a CPS incorporating an automatic reset overload relay capable of being connected to enable automatic restarting shall provide, with the CPS, that information necessary to alert the user to the possibility of automatic restarting.

If the construction requires energization by an external source that is not a limited energy source as defined in 8.1.14, the manufacturer shall provide the appropriate information for short-circuit and overcurrent protection of the ports.

For each relevant potential hazard, the manufacturer shall provide safety signs, graphical symbols or safety notes of the hazard for example by using e.g. IEC 60417-5036:2002-10. Signal words shall be defined according to ISO 3864-2.

NOTE ISO/IEC 82079-1 provide guidance for developing safety instructions.

6.4 Environmental information

Subclause 6.4 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

NOTE Future publication IEC TS 63058² will give the method for assessing the environmental impact of switchgear and controlgear.

7 Normal service, mounting and transport conditions

Clause 7 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

² Under preparation. Stage at the time of publication: IEC TS APUB 63058:2020.

Unless otherwise stated by the manufacturer's, a CPS is for use in pollution degree 3 environmental conditions, as defined in 7.1.3.2 of IEC 60947-1:2020. However, other pollution degrees may be considered to apply depending upon the micro-environment.

Rail mounting shall be specified according to IEC 60715:2017, when relevant.

Standard conditions of vibration and shock are defined in footnotes ^b of Table Q.1 of IEC 60947-1:2020.

8 Constructional and performance requirements

8.1 Constructional requirements

8.1.1 General

Subclause 8.1.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

Measures shall be provided to reduce the likelihood of injury or, in case of fire, property damage, under installation, maintenance, normal operation conditions, abnormal operation conditions and reasonably foreseeable misuses. The requirements of this document are generically providing these measures.

Protection against hazards caused by the electronic circuits shall be maintained under normal and single fault conditions, as specified in this document.

Components used in the construction of the equipment, compliant with a relevant IEC product standard do not require separate evaluation. Components or assemblies of components, for which no relevant product standard exists, shall be tested according to the requirements of this document.

Where the product is intended to be used together with specific auxiliary equipment and dedicated wiring accessories, the safety evaluation and test shall include this auxiliary equipment and accessories unless it can be shown that it does not affect the safety of any equipment.

The accessible part of the device and especially the operating means shall not present sharp edges and corners which can injure the operator.

The user manual shall give details of all safety-relevant measures intended for the user. Clear warning shall be provided in the user manual where adjustments or settings could lead to a hazardous situation.

The setting of the automatic reset of the overload release needs to be identified in the user manual as a specific safety relevant warning.

Annex O of IEC 60947-1:2020 should be considered carefully especially for substitution or reduction in use of hazardous substances or if not possible for providing measures to prevent emission and contact with them.

8.1.2 Materials

8.1.2.1 General materials requirements

Subclause 8.1.2.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

NOTE Fire hazard aspects are detailed in IEC TR 63054.

Parts of insulating materials located in electrical circuits sourced from limited energy sources according to 8.1.14 are not required to comply with the requirements of this subclause.

8.1.2.2 Glow wire testing

Subclause 8.1.2.2 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

When tests on the equipment or on sections taken from the equipment are used, parts of insulating materials necessary to retain current-carrying parts in position shall conform to the glow-wire tests of 9.2.2.1 of IEC 60947-1:2020 at a test temperature of 960 °C.

8.1.2.3 Test based on flammability category

Subclause 8.1.2.3 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.1.3 Current-carrying parts and their connections

Subclause 8.1.3 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.1.4 Clearances and creepage distances

Subclause 8.1.4 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

Creepage and clearance distances within the circuits sourced from limited energy sources as defined in 8.1.14 are not required to comply with the requirements of this subclause.

Clearance and creepage distances on printed wiring boards (PWBs) including components mounted on PWBs, for functional, basic, supplementary and reinforced insulation, designed according to 8.1.14, are considered to meet these requirements and do not need any further investigation.

Where SELV and PELV circuits are accessible, they shall be separated from other hazardous-live-part according to the requirements of Annex N for protective impedance in addition to Annex N of IEC 60947-1:2020.

NOTE If some circuits are only accessible under maintenance or similar conditions, they can, depending on the risk level (severity of harm and the probability of occurrence), be considered under normal service conditions (see 6.1), and use only basic insulation. Accessible parts can be determined using test probes according to IEC 61032.

8.1.5 Actuator

8.1.5.1 Insulation

Subclause 8.1.5.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.1.5.2 Direction of movement

Subclause 8.1.5.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.1.5.3 Mounting

Actuators mounted on removable panels or opening doors shall be so designed that, when the panels are replaced or the doors closed, the actuator will engage correctly with the associated mechanism.

8.1.5.4 Protection

There shall be no path or opening which allows incandescent particles to be discharged from the area of the manual operating means.

8.1.6 Indication of the contact position

8.1.6.1 Indicating means

Subclause 8.1.6.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.1.6.2 Indication by the actuator

Subclause 8.1.6.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.1.7 Additional requirements for equipment suitable for isolation

Subclause 8.1.7 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

If the tripped position of the CPS is not the indicated open position, it should be clearly visible that it is not the open position. The verification of the main contact position suitable for isolation shall be tested according to 9.5.2.6.

CPS's suitable for isolation shall be provided with means for locking in the open position.

8.1.8 Terminals

8.1.8.1 General

Subclause 8.1.8 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additional requirements.

8.1.8.2 Terminal identification and marking

Subclause 8.1.8.4 of IEC 60947-1:2020 applies with additional requirements as given in Annex C with the following addition.

Line and load terminals of CPS for utilization categories AC-40 and DC-40 having trip units which are not removable or sealed against removal may not be identified, in which case control circuits shall not be internally connected to the main circuit.

8.1.9 Additional requirements for equipment provided with a neutral pole

Subclause 8.1.9 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.1.10 Provisions for protective earthing

Subclause 8.1.10 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.1.11 Enclosures for equipment

8.1.11.1 Design

Subclause 8.1.11.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

In the case of enclosed CPS's provided with an externally manually operated actuator, the door or cover shall be interlocked so that they cannot be opened without the CPS being in the open position. However, provision may be made to open the door or cover with the CPS in the ON position by the use of a tool.

8.1.11.2 Insulation

Subclause 8.1.11.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.1.12 Degrees of protection of enclosed equipment

Subclause 8.1.12 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.1.13 Conduit pull-out, torque and bending with metallic conduits

Subclause 8.1.13 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.1.14 Limited energy source

8.1.14.1 General

A limited energy source can be implemented as a secondary circuit derived from circuits connected to the hazardous-live-part with the following separation means:

- a) galvanic separation;
- b) current limiting impedance.

NOTE Class 2 sources as defined in NFPA 70, National Electrical Code and CSA C22.1 Canadian Electrical Code (CE Code) have the same electrical output characteristics as limited energy sources with galvanic separation.

8.1.14.2 Limited energy source with galvanic separation

A limited energy source with galvanic separation incorporates an isolating component such as a transformer between the primary circuit and the limited energy output. It shall comply with one of the following requirements:

- a) the output is inherently limited in compliance with Table 20; or
- b) a linear or non-linear impedance limits the output in compliance with Table 20. If a positive temperature coefficient device (e.g. PTC) is used, it shall pass the applicable tests specified in IEC 60730-1; or
- c) a regulating network limits the output in compliance with Table 20, both with and without a single fault in the regulating network; or
- d) an over-current protective device is used and the output is limited in compliance with Table 21.

Where an over-current protective device is used, it shall be a fuse or non-adjustable electromechanical device.

Compliance to determine the maximum available power is checked by test of 9.2.4.

In case of external power supply without overcurrent protective devices, it shall not exceed the values given in Table 20. In case of external power supply with over-current protective, it shall not exceed the values given in Table 21.

Table 20 – Limits for limited energy sources without an over-current protective device

Output voltage ^a U_{oc}		Output current ^{b, d} I_{sc}	Maximum power ^c S
V AC	V DC	A	VA
≤ 30 RMS	≤ 30 V DC	≤ 8	100
-	$30 < U_{oc} \leq 60$ ^e	$\leq \frac{150}{U_{oc}}$	100

NOTE This table will be moved into the future revision of IEC 60947-1 and is therefore numbered differently to the other tables in this document.

U_{oc} : Output voltage measured in accordance with all load circuits disconnected. Voltages are for substantially sinusoidal AC and ripple-free DC. For non-sinusoidal AC and DC with ripple greater than 10 % of the peak, its peak value shall not exceed 42,4 V.

a. I_{sc} : Maximum output current with any non-capacitive load, including a short circuit.

b. S (VA): Maximum output apparent power with any non-capacitive load as determined by 9.2.4.

c. Measurement of I_{sc} is made 5 s after application of the load if protection is by an electronic circuit or a positive temperature coefficient device (e.g. PTC), and 60 s in other cases.

d. In the USA, the limit is 60 V DC continuous or DC switching outside of 10 Hz to 200 Hz, 24,8 V DC switching at 10 Hz to 200 Hz.

Table 21 – Limits for limited energy sources with an over-current protective device

Output voltage ^a U_{oc}		Output current ^{b, d} I_{sc}	Maximum power ^{c, d} S	Current rating of over-current protective device ^e
V AC	V DC	A	VA	A
≤ 20	≤ 20	$\leq \frac{100}{U_{oc}}$	250	≤ 5,0
$20 < U_{oc} \leq 30$	$20 < U_{oc} \leq 30$ ^f			$\leq \frac{100}{U_{oc}}$
-	$30 < U_{oc} \leq 60$ ^f			$\leq \frac{100}{U_{oc}}$

NOTE 1 The reason for making measurements with over-current protective devices bypassed is to determine the amount of energy that is available to cause possible overheating during the operating time of the over-current protective devices.

NOTE 2 This table will be moved into the future revision of IEC 60947-1 and is therefore numbered differently to the other tables in this document.

a. U_{oc} : Output voltage measured with all load circuits disconnected. Voltages are for substantially sinusoidal AC and ripple free DC. For non-sinusoidal AC and for DC with ripple greater than 10 % of the peak, its peak value shall not exceed 42,4 V.

b. I_{sc} : Maximum output current with any non-capacitive load, including a short circuit, measured 60 s after application of the load.

c. S (VA): Maximum output apparent power with any non-capacitive load measured 60 s after application of the load as determined by 9.2.4.

d. Current limiting impedances remain in the circuit during measurement, but over-current protective devices are bypassed.

e. The current ratings of over-current protective devices that break the circuit within 120 s with a current equal to 210 % of the current rating specified in the table.

f. In the USA, the limit is 60 V DC continuous or DC switching outside of 10 Hz to 200 Hz, 24,8 V DC switching at 10 Hz to 200 Hz.

8.1.14.3 Limited energy source with current limiting impedance

A limited energy source with current limiting impedance has the following characteristics:

- a) the output voltage is limited in compliance with Table 22, and
- b) a linear or non-linear impedance limits the output in compliance with Table 22, both with and without a single fault.

A limited energy source with current limiting impedance may be derived from either mains or from a galvanically separated circuit e.g. the secondary of a transformer.

Table 22 – Limits for limited energy source with current limiting impedance

Output voltage ^a		Output current ^{b, d}	Maximum power ^c
U_{oc}			
V AC	V DC	I_{sc} A	S VA
≤ 30 V RMS	≤ 30 V DC	0,5	15
NOTE This table will be moved into the future revision of IEC 60947-1 and is therefore numbered differently to the other tables in this document.			
a. U_{oc}: Output voltage measured in accordance with all load circuits disconnected. Voltages are for substantially sinusoidal AC and ripple-free DC. For non-sinusoidal AC and DC with ripple greater than 10 % of the peak, its peak value shall not exceed 42,4 V. b. I_{sc}: Maximum output current measured across the output of the limited energy source. c. S (VA): Maximum output apparent power as determined by 9.2.4. d. Measurement of I_{sc} is made 5 s after application of the short-circuit.			

8.1.15 Stored charge energy circuit

Parts including stored charge (capacitors) that are removable for servicing (such as coil replacement), installation, or disconnection shall present no risk of electric energy hazard after disconnection.

Capacitors connected to accessible hazardous-live-parts shall be discharged to an energy level less than 0,5 mJ within 5 s after the removal of power. Otherwise, a readily visible warning notice shall be provided on the product, indicating the time of discharge to the limit values or a preferable method how to discharge the capacitor before touching the connecting parts.

8.1.16 Fault and abnormal conditions

The product shall be designed to avoid operating modes or sequences that can cause a fault condition or component failure leading to a hazard, unless other measures to prevent the hazard are provided by the installation and are described in the installation information provided with the product. The requirements in this subclause also apply to abnormal operating conditions as applicable.

Circuit analysis or testing shall be performed to determine whether or not failure of a particular component (including insulation systems) would result in hazard.

This analysis shall include situations where a failure of the component or the insulation (basic and supplementary) would result in:

- an impact on the risk of electric shock;
- a risk of degradation resulting in emission of flame, burning particles or molten metal of the fire.

The analysis or testing shall include the effect of short-circuit and open-circuit conditions of the component. Testing is necessary unless analysis can conclusively show that, in short-circuit and open circuit conditions, no electric shock and fire hazard will result from failure of the component. Compliance shall be checked by test of 9.2.5.

Components evaluated for their reliability according to relevant product standards are considered to meet these requirements and do not need any further investigation, if tested under conditions that fulfil the conditions for which the product is designed.

8.1.17 Short-circuit and overload protection of ports

Where the power source for a signal port or power port that is external to the device does not comply with the requirements for limited energy sources in 8.1.14, the product shall not present a hazard under short-circuit or overload conditions. Instructions for the installation of external overcurrent protection shall be made available in accordance with 6.3.

Compliance shall be checked by inspection and where necessary, by simulation of single fault conditions.

8.2 Performance requirements

8.2.1 Operating conditions

8.2.1.1 General

Subclause 8.2.1.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

CPS's shall be so constructed that they are trip free (3.6.24 of IEC 60947-1:2020).

CPS's shall not trip due to the shock caused by their operation when tested according to 9.3.3.1 after having carried their maximum rated operational current at the reference ambient air temperature and reached thermal equilibrium at both minimum and maximum settings of the overload relay if adjustable.

Resetting of relays and releases shall not result in a closing operation of the CPS in the absence of a closing command.

The requirements apply to the product as well as to the dedicated wiring accessories.

If there is no distinction between U_s and U_c , requirements apply with U_c .

8.2.1.2 Limits of operation of power operated CPS's

Subclause 8.2.1.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.2.1.3 Limits of operation of under-voltage relays and releases

Subclause 8.2.1.3 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

Tests are specified in 9.3.3.2.2 of this document.

8.2.1.4 Limits of operation of shunt releases

Subclause 8.2.1.4 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

Tests are specified in 9.3.3.2.2 of this document.

8.2.1.5 Limits of operation of current sensing relays and releases

8.2.1.5.1 Opening under overload conditions

8.2.1.5.1.1 General tripping requirements of inverse time-delay overload relays or releases (type c) in 5.7.2.3.1)

i) Utilization categories AC-2, AC-3, AC-3e, AC-4, DC-3, DC-5

NOTE 1 The thermal protection of motors in the presence of harmonics in the supply voltage is under consideration.

When all poles are energized

The relays or releases are classified for these utilization categories according to Table 3 and shall comply with the requirements of Table 2 and Table 3 when tested as follows:

- With the CPS in its enclosure, if normally fitted, and at *A* times the current setting, tripping shall not occur in less than 2 h starting from the cold state, at the value of reference ambient air temperature stated in Table 2. However, when the overload relay terminals have reached thermal equilibrium at the test current in less than 2 h, the test duration can be the time to reach such thermal equilibrium;
- When the current is subsequently raised to *B* times the current setting, tripping shall occur in less than 2 h;
- For trip classes 2, 3, 5 and 10 A overload relays or releases energized at *C* times the current setting, tripping shall occur in less than 2 min, starting from thermal equilibrium at 1,0 times the current setting, in accordance with 9.3.3 of IEC 60034-1:2017 for class 10 A overload relays, for ambient air temperature –5 °C or below, the manufacturer may declare a longer tripping time but not longer than 4 min;

NOTE 2 Subclause 9.3.3 of IEC 60034-1:2017 states: "Polyphase motors having rated outputs not exceeding 315 kW and rated voltages not exceeding 1 kV shall be capable of withstanding a current equal to 1,5 times the rated current for not less than 2 min".

- For trip classes 10, 20, 30 and 40 overload relays or releases energized at *C* times the current setting, tripping shall occur in less than 4 min, 8 min, 12 min or 16 min respectively, starting from thermal equilibrium at 1,0 times the current setting;
- At *D* times the current setting, tripping time T_p shall occur within the limits given in Table 3 for the appropriate trip class and tolerance band starting from the cold state;
- In the case of overload relays or releases having a current setting range, the limits of operation shall apply both when the relay or release is carrying the current associated with the maximum setting and when the relay or release is carrying the current associated with the minimum setting;
- For non-compensated overload relays or releases the current multiple/ambient temperature characteristic shall be not greater than 1,2 %/K.

NOTE 3 1,2 %/K is the derating characteristic of PVC insulated cables.

An overload relay or release is regarded as compensated if it complies with the relevant requirements of Table 2 at 20 °C and is within the limits shown in Figure 1 at other temperatures.

Table 2 – Limits of operation of inverse time-delay overload relays or releases when energized on all poles

Utilization category	Type of overload relay	Multiples of current setting				Ambient air temperature values
		A	B	C	D	
AC-2 AC-3	Thermal type not compensated for ambient air temperature variations	1,0	1,2 ^b	1,5	7,2	+40 °C
AC-3e AC-4 DC-3 DC-5	Thermal type compensated for ambient air temperature variations	c	c	–	–	less than –5 °C ^d
		1,05	1,3	1,5	–	–5 °C
		1,05	1,2 ^b	1,5	7,2	+20 °C
		1,0	1,2 ^b	1,5	–	+40 °C
		c	c	–	–	more than +40 °C ^d
	Electronic type ^a	1,05	1,2 ^b	1,5	7,2	0 °C, +20 °C and +40 °C
AC-40 AC-1 AC-5a AC-5b DC40 DC-1 DC-6	All types	1,05	1,3	–	–	+30 °C

^a This test shall only be done at 20 °C for A, B and D multiples of current setting.

^b If specified by the manufacturer, the tripping current could be different from 120 % but shall not exceed 125 %. In this case the test current value shall be equal to this tripping current value. In this case, the tripping current value shall be marked on the device.

^c Multiples of current setting should be declared by the manufacturer.

^d See 9.3.3.2.2 for tests outside the –5 °C +40 °C range.

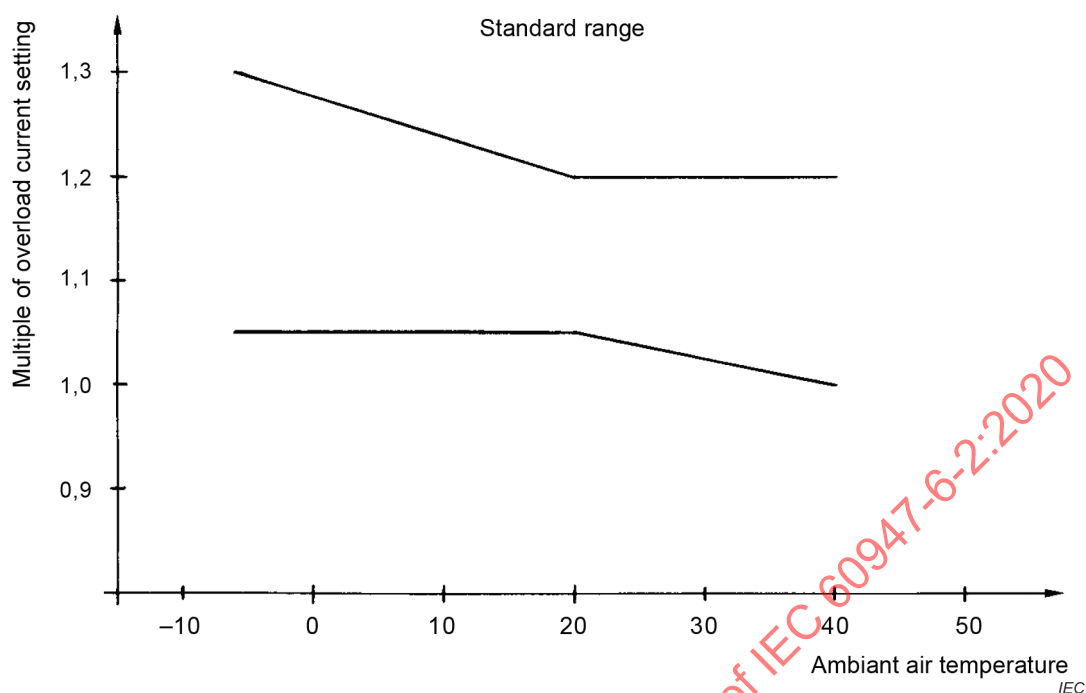


Figure 1 – Multiple of current setting limits for ambient air temperature time-delay overload relays or releases (see 8.2.1.5.1)

Table 3 – Trip classes of overload relays or releases for utilization categories AC-2, AC-3, AC-3e, AC-4, DC-3, DC-5

Trip class	Tripping time T_p under the conditions specified in 8.2.1.5.1.1, Table 2, column D ^a	Tripping time T_p under the conditions specified in 8.2.1.5.1.1, Table 2, column D for tighter tolerances Tolerance band E ^a
	s	s
2	–	$T_p \leq 2$
3	–	$2 < T_p \leq 3$
5	$0,5 < T_p \leq 5$	$3 < T_p \leq 5$
10 A	$2 < T_p \leq 10$	–
10	$4 < T_p \leq 10$	$5 < T_p \leq 10$
20	$6 < T_p \leq 20$	$10 < T_p \leq 20$
30	$9 < T_p \leq 30$	$20 < T_p \leq 30$
40	–	$30 < T_p \leq 40$

^a The manufacturer shall add the letter E to trip classes to indicate compliance with the band E.

When two poles are energized

With reference to Table 4, with the relay or release energized on three poles, at A times the current setting, tripping shall not occur in less than 2 h, starting from the cold state, at the value of the ambient air temperature stated in Table 4.

Moreover, when the value of the current flowing in two poles (in phase-loss sensitive relays or release those carrying the higher current) is subsequently increased to B times the current setting, and the third pole de-energized, tripping shall occur in less than 2 h.

The values shall apply to all combinations of poles.

In the case of relays or releases having an adjustable current setting, the characteristics shall apply both when the relay or release is carrying the current associated with the maximum setting, and when the relay is carrying the current associated with the minimum setting.

Table 4 – Limits of operation of three-pole inverse time-delay overload relays or releases when energized on two poles only

Type of overload relay or release	Multiples of current setting		Reference ambient air temperature
	A	B	
Thermal, compensated for ambient air temperature variations or electronic Not phase-loss sensitive	3 poles 1,0	2 poles 1,32 1 pole 0	+20 °C
Thermal, not compensated for ambient air temperature variations Not phase-loss sensitive	3 poles 1,0	2 poles 1,25 1 pole 0	+40 °C
Thermal, compensated for ambient air temperature variations or electronic Phase-loss sensitive	2 poles 1,0 1 pole 0,9	2 poles 1,15 1 pole 0	+20 °C

ii) *Utilization categories AC-40, AC-1, AC-5a, AC-5b; DC-40, DC-1, DC-6*

Conventional values for inverse time-delay overload relays or releases operation are given in Table 2.

At the reference temperature of $30\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and at 1,05 times the current setting, i.e. with the conventional non-tripping current (3.7.30 of IEC 60947-1:2020), the opening release being energized on all poles, tripping shall not occur in less than the conventional time 2 h (1 h when $I_e < 63\text{ A}$) from the cold state i.e. with the CPS at the reference temperature.

Moreover, when at the end of the conventional time the value of current is immediately raised to 1,30 times the current setting, i.e. with the conventional tripping current (3.7.31 of IEC 60947-1:2020), tripping shall occur in less than the conventional time above.

NOTE 4 The reference temperature is the ambient air temperature on which the time/current characteristic of the CPS is based.

If a relay or release is declared by the manufacturer as substantially independent of ambient temperature, the current values of Table 2 shall apply within the temperature band declared by the manufacturer, within a tolerance of 0,3 % per K. The width of the temperature band shall be at least $\pm 10\text{ K}$ from the reference temperature.

8.2.1.5.1.2 Thermal memory test verification for utilization categories AC-2, AC-3, AC-3e, AC-4, DC-3, DC-5

Unless the manufacturer has specified that the device does not contain thermal memory, electronic overload relays shall fulfil the following requirements (see Figure 2):

- apply a current equal to I_e until the device has reached the thermal equilibrium;
- interrupt the current for a duration of $2 \times T_p$ (see Table 3) with a relative tolerance of $\pm 10\%$ (where T_p is the time measured at current D according to Table 2);

- apply a current equal to $7,2 \times I_e$;
- the relay shall trip within 50 % of time T_p .

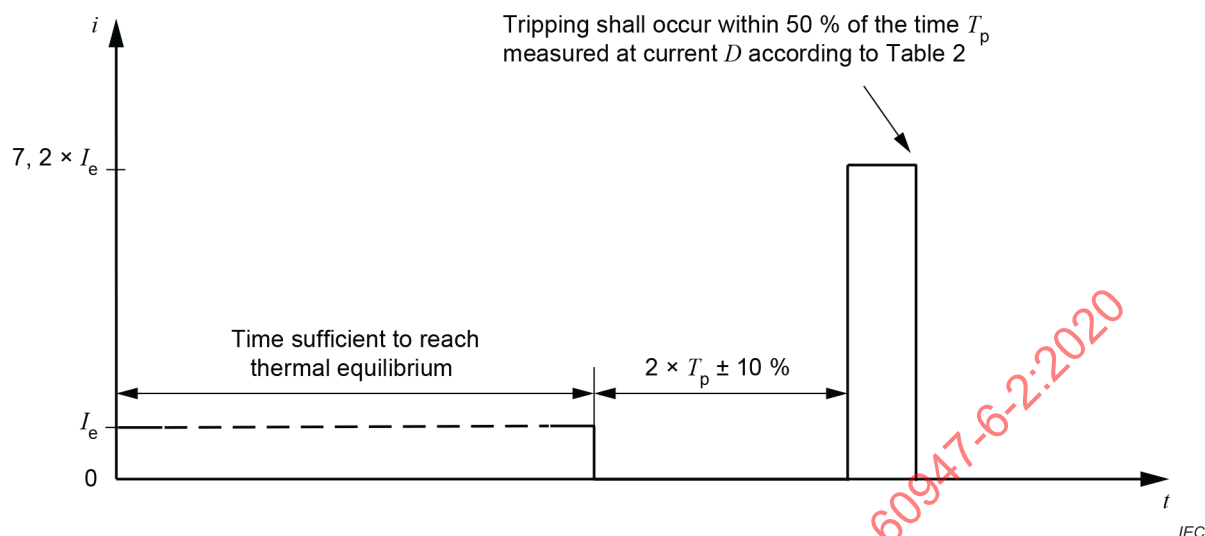


Figure 2 – Thermal memory test

8.2.1.5.1.3 Opening under overload conditions of instantaneous and definite time-delay overload relays or releases (types a) and b) in 5.7.2.3.1)

For all values of the current setting, the CPS shall trip with an accuracy of $\pm 10 \%$ of the specified tripping current value corresponding to the current setting.

8.2.1.5.2 Opening under short-circuit conditions

Instantaneous and definite time-delay short-circuit relays or releases (items a) and b) of 5.7.2.3.2).

For all values of the current setting, the CPS shall trip with an accuracy of $\pm 20 \%$ of the published tripping current value corresponding to the current setting.

8.2.1.5.3 Limits of operation of under-current relays or releases for automatic change-over

An under-current relay or release shall operate to open the CPS within 90 % to 110 % of the set time when the current during run is below 0,9 times the under-current setting in all poles.

8.2.1.5.4 Limits of operation of stall relay or release

A stall relay or release shall operate to open the CPS within 80 % to 120 % of the set time (stall inhibit time) or within the accuracy specified by the manufacturer, in the following cases:

- current sensing relays: the current is 20 % higher than the set stall current value;

EXAMPLE Set current of the stall relay: 100 A; set time: 6 s; accuracy: $\pm 10 \%$, the relay shall trip within 5,4 s and 6,6 s when the current is equal to or greater than $100 \text{ A} \times 1,2 = 120 \text{ A}$.

- rotation sensing relays: an input signal indicating no motor rotation exists.

8.2.1.5.5 Limits of operation of jam relay or release

A jam relay or release shall operate to open the CPS within 80 % to 120 % of the set time (jam inhibit time) or within the accuracy specified by the manufacturer, when the current is above 1,2 times the set current value of the jam relay or release, during running after completion of the starting.

8.2.2 Temperature-rise

8.2.2.1 General

Subclause 8.2.2 of IEC 60947-1:2020 applies to CPS's in a clean, new condition. In the case of conducting the test at a voltage below 100 V, such devices may have the contacts cleaned by any nonabrasive method or cycled with or without load several times prior to initiating the test.

NOTE Contact resistance due to oxidation is not considered to impact the temperature-rise test at test voltages above 100 V.

In the case of an electronically controlled electromagnet, coil temperature measuring by variation of resistance may be impracticable; in such a case, other methods are permitted, e.g. thermocouples or other suitable methods.

8.2.2.2 Terminals

The temperature-rise of terminals shall not exceed the values stated in Table 5.

Table 5 – Temperature-rise limits of terminals

Terminal material	Temperature-rise limits ^b K
Bare copper	60
Bare brass	65
Tin plated copper or brass	65
Silver plated or nickel plated copper or brass	70 ^a
Other metals	^c
^a The terminal temperature-rise limit of 70 K is based on the connection of PVC cables. The use in service of connected conductors or cables significantly smaller than those listed in Table 9 and 10 of IEC 60947-1:2020 could result in higher terminal and internal part temperatures and such conductors should not be used without the manufacturer's consent since higher temperatures could lead to equipment failure. ^b The specified temperature-rise limits apply to a new sample, as in test sequence I of 9.5.2. Those applicable to temperature-rise verifications, as in test sequence IV (9.5.5) are increased by 10 K. ^c Temperature-rise limits to be based on service experience or life tests but not exceeding 65 K.	

8.2.2.3 Accessible parts

The temperature-rise of accessible parts shall not exceed the values stated in Table 3 of IEC 60947-1:2020.

8.2.2.4 Ambient air temperature

Subclause 8.2.2.4 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.2.2.5 Main circuit

Subclause 8.2.2.5 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

The main circuit of a CPS, including the over current relays or releases, shall be capable of carrying the maximum rated operational current corresponding to the utilization category for uninterrupted, intermittent or temporary duty without the temperature-rise exceeding the limits specified in Table 5 of this document and Table 3 of IEC 60947-1:2020. An uninterrupted duty rating is required for utilization categories AC-40 and DC-40.

8.2.2.6 Control circuits

The control circuits, including control circuit devices to be used for the closing and opening operations of a CPS, shall permit the rated duties as specified in 5.3.4 and also the temperature-rise tests specified in 9.3.3.3.5 without the temperature-rise exceeding the limits specified in Table 5 of this document and Table 3 of IEC 60947-1:2020.

8.2.2.7 Windings of coils and electromagnets

8.2.2.7.1 Uninterrupted and 8 h duty windings

With the maximum value of current flowing through the main circuit, the windings of the coils shall withstand under continuous load and at the rated frequency, if applicable, their rated control circuit supply voltage without the temperature-rise exceeding the limits specified in Table 6.

NOTE Depending on the technology, e.g. for some kinds of electronically controlled electromagnets, the control circuit supply voltage cannot be directly applied on the coil winding when connected as in normal service.

8.2.2.7.2 Intermittent duty windings

With no current flowing through the main circuit the windings of the coils shall withstand, at the rated frequency, if applicable, their rated control circuit supply voltage (or the maximum rated control voltage in case of a range) applied as detailed in Table 7 according to their intermittent duty class, without the temperature-rise exceeding the limits specified in Table 6.

NOTE Depending on the technology, e.g. for some kind of electronically controlled electromagnet, the control circuit supply voltage cannot be directly applied on the coil winding when connected as in normal service.

Table 6 – Temperature-rise limits for insulated coils in air

Class of insulating material (according to IEC 60085)	Temperature-rise limit (measured by resistance variation) K
A	85
E	100
B	110
F	135
H	160

Table 7 – Intermittent duty test cycle data

Intermittent duty class of CPS	One close-open operating cycle every:	Interval of time during which the supply to the control coil is maintained
1	3 600 s	"ON time" shall correspond to the ON-load factor specified by the manufacturer
3	1 200 s	
12	300 s	
30	120 s	
120	30 s	
300	12 s	
1 200	3 s	

8.2.2.7.3 Specially rated (short-time or periodic duty) windings

Specially rated windings shall be tested under operating conditions corresponding to the most severe duty for which they are intended and their ratings shall be stated by the manufacturer.

8.2.2.8 Auxiliary circuits

Subclause 8.2.2.8 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.2.2.9 Other parts

Subclause 8.2.2.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.2.3 Dielectric properties

8.2.3.1 General

Subclause 8.2.3 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

8.2.3.2 Voltage limiting components between circuits

General requirements for device including voltage limiting components inserted between circuits not connected to the ground/earth to be tested according to the dielectric test are described as follows.

These voltages limiting components called varistors used in order to protect electronic parts from surges within the device shall comply with IEC 61051-2. In this subclause, the intent is not to reduce the clearances. For the type test of the device, the voltage limiting components may be disconnected.

IEC 61051-2 applies as follows:

a) Preferred climatic categories of the varistor:

- maximum lower temperature: $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- minimum upper temperature: $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$.

The device manufacturer has to verify that the varistor is suitable for use in the extended ambient temperature if any.

b) The minimum rated voltage of the varistor shall be 1,2 times the maximum peak voltage where the varistor is connected.

c) When connected to the mains, varistors shall withstand the surge test according to 9.5.2.5.

NOTE 1 With the verification of the varistors above, it is assumed that a fuse protecting the varistor is not necessary.

NOTE 2 The possibility given in 9.3.3.4.1 item 1) of IEC 60947-1:2020 of disconnecting circuits between poles can be not appropriate in the routine test, because the products are completed and it is not appropriate to reopen and manipulate them. The main purpose of this test is to identify the proper operation of the voltage limiting component.

8.2.4 Performance under no load, normal load and overload conditions

8.2.4.1 Making and breaking capacities

CPS shall be capable of making and breaking currents without failure, under the conditions stated in Table 8 for the required utilization categories.

The OFF-time values stated in Table 8 and Table 9 shall not be exceeded.

Table 8 – Rated making and breaking capacities – Making and breaking conditions corresponding to the utilization categories

[illegible]

- a $\cos \phi$ is 0,45 for $I_e \leq 100$ A, 0,35 for $I_e > 100$ A.
- b Time may be less than 0,05 s provided that contacts are allowed to become properly seated before re-opening. For testing feasibility reason, in agreement with the manufacturer, a longer on-time time may be defined.
- c Tests to be carried out with an incandescent light load.
- d Half the operations with one polarity and the other half with reverse polarity.
- e Maximum OFF-time given in Table 9 which can be reduced in agreement with the manufacturer.
- f For U / U_e a tolerance of ± 20 % is accepted.
- g The make conditions shall also be verified. The verification may be made during the make break test, but only with the manufacturer's agreement. In this case, the making current multiples shall be as shown for I / I_e and the breaking current as shown for I_c / I_e . Twenty-five operating cycles shall be made at a control supply voltage equal to 110 % of the rated control circuit supply voltage U_s and 25 operating cycles at 85 % of U_s .
- h As an alternative the factor I / I_e can be selected at the manufacturer discretion between 12 and 13. In this case, the power factor is given by the following formulas:
- $I_e \leq 100$ A: $\cos \phi = 0,1 \times I / I_e - 0,85$
- $I_e > 100$ A: $\cos \phi = 0,1 \times I / I_e - 0,95$

Table 9 – Relationship between current broken I_c and OFF-time for the verification of rated making and breaking capacities

Current broken I_c A			OFF-time s
	$I_c \leq$	100	10
100	$< I_c \leq$	200	20
200	$< I_c \leq$	300	30
300	$< I_c \leq$	400	40
400	$< I_c \leq$	600	60
600	$< I_c \leq$	800	80
800	$< I_c \leq$	1 200	100
1 000	$< I_c \leq$	1 300	140
1 300	$< I_c \leq$	1 600	180
1 600	$< I_c$		240

8.2.4.2 Operational performance

Subclause 8.2.4.2 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

a) Conventional operational performance after making breaking capacity tests

CPS's shall be capable of making and breaking currents after making/breaking capacity tests, without failure under the conventional conditions stated in Table 10 for the required utilization categories and the number of operating cycles indicated.

ON-time shall be 0,05 s. It may be less than 0,05 s provided that contacts are allowed to become properly seated before re-opening.

OFF-time shall be not greater than the values specified in Table 9 except for utilization categories AC-5b and DC-6 where the OFF-time shall be 60 s.

b) *Operational performance before and after short-circuit tests at I_{cr} and I_{cs}*

CPS's shall be capable of making and breaking currents before and after short-circuit tests at I_{cr} and I_{cs} (see 8.2.5 a)) without failure under the conditions stated in Table 11 for the required utilization categories and the number of operating cycles indicated. The first 25 operating cycles after the I_{cs} short circuit test shall be performed by the local manual operating means, if any, the control function circuit being energized. A local manual operating means may be activated locally or remotely (e.g. handle, motor drive, solenoid etc.).

For all but the above 25 operating cycles, ON-time shall be 0,05 s. It may be less than 0,05 s provided that contacts are allowed to become properly seated before re-opening and the OFF-time shall be not greater than the values specified in Table 9 except for utilization categories AC-5b and DC-6 where the OFF-time shall be 60 s.

c) *Conventional mechanical operational performance*

In addition to the electrical operational performance requirements of item a), CPS's shall be capable of effecting mechanical close-open operating cycles without current in accordance with Table 10 and under the test conditions specified in 9.5.3.3.

For CPS's which can be fitted with under-voltage and/or shunt releases, 10 % of the total number of operating cycles shall be closing-tripping operations for each release, 5 % at the beginning and 5 % at the end of the test.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-2:2020

Table 10 – Conventional operational performance after making/breaking capacity tests – Making and breaking conditions according to utilization category

Category	I_c / I_e	U_r / U_e	$\cos \phi^d$	Number of operating cycles	
				with current	without current
AC-40	1,0	1,05	0,8	3 000	4 000
AC-1	1,0	1,05	0,8	6 000	4 000
AC-2	2,0	1,05	0,65	6 000	4 000
AC-3, AC-3e	2,0	1,05	a	6 000	4 000
AC-4	6,0	1,05	a	6 000	4 000
AC-5a	2,0	1,05	0,45	6 000	4 000
AC-5b	1,0 ^b	1,05	b		
			L/R (ms) ^e		
DC-40	1,0	1,05	2,5	3 000 ^c	4 000
DC-1	1,0	1,05	1,0	6 000 ^c	4 000
DC-3	2,5	1,05	2,5	6 000 ^c	4 000
DC-5	2,5	1,05	15,0	6 000 ^c	4 000
DC-6	1,0 ^b	1,05	b	6 000 ^c	4 000

I Current made. In AC the conditions for making are expressed in RMS values but it is understood that the peak value of asymmetrical current, corresponding to the power-factor of the circuit, may assume a higher value

I_c Current made or broken. Except for AC-5b or DC-6, the making current is expressed in direct current or AC RMS symmetrical values but it is understood that the actual value will be the peak value corresponding to the power-factor of the circuit

I_e Rated operational current

U_r Power frequency or DC recovery voltage

U Applied voltage

U_e Rated operational voltage

$\cos \phi$ Power factor of test circuit

L/R Time-constant of test circuit

^a $\cos \phi$ is 0,45 for $I_e \leq 100$ A, 0,35 for $I_e > 100$ A.

^b The test shall be carried out with an incandescent light load.

^c Half of the operating cycles with one polarity and the other half with reverse polarity.

^d Tolerance for $\cos \phi$: $\pm 0,05$.

^e Tolerance for L/R : ± 15 %.

Table 11 – Operational performance before and after short-circuit tests at I_{cr} and I_{cs} – Making and breaking conditions according to utilization category

Category	Value of the rated operational current	Make			Break			Number of operating cycles before and after	
		I / I_e	U / U_e	$\cos \phi^d$	I_c / I_e	U_r / U_e	$\cos \phi^d$	I_{cr}	I_{cs}
AC-40	(all values)	1	1	0,8	1	1	0,8	1 500	750
AC-1	(all values)	1	1	0,95	1	1	0,95	3 000	1 500
AC-2	(all values)	2,5	1	0,65	2,5	1	0,65	3 000	1 500
AC-3, AC-3e	$I_e \leq 17 \text{ A}$	6	1	0,65	1	0,17	0,65	3 000	1 500
	$I_e > 17 \text{ A}$	6	1	0,35	1	0,17	0,35	3 000	1 500
AC-4	$I_e \leq 17 \text{ A}$	6	1	0,65	6	1	0,65	3 000	1 500
	$I_e > 17 \text{ A}$	6	1	0,35	6	1	0,35	3 000	1 500
AC-5a	(all values)	2	1	0,45	2	1	0,45	3 000	1 500
AC-5b ^b	(all values)	1	1	a	1	1	a	3 000	1 500
				$L/R_e \text{ (ms)}$					
DC-40	(all values)	1	1	1	1	1	1	1 500 ^c	750 ^c
DC-1	(all values)	1	1	1	1	1	1	3 000 ^c	1 500 ^c
DC-3	(all values)	2,5	1	2	2,5	1	2	3 000 ^c	1 500 ^c
DC-5	(all values)	2,5	1	7,5	2,5	1	7,5	3 000 ^c	1 500 ^c
DC-6 ^b	(all values)	1	1		1	1		3 000 ^c	1 500 ^c
I Current made. In alternating current the conditions for making are expressed in RMS values but it is understood that the peak value of asymmetrical current, corresponding to the power-factor of the circuit, may assume a higher value I_c Current made or broken. Except for AC-5b or DC-6, the making current is expressed in direct current or AC RMS symmetrical values but it is understood that the actual value will be the peak value corresponding to the power-factor of the circuit I_e Rated operational current U_r Power frequency or DC recovery voltage U Applied voltage U_e Rated operational voltage $\cos \phi$ Power factor of test circuit L/R Time-constant of test circuit ^a $\cos \phi$ is 0,45 for $I_e \leq 100 \text{ A}$, 0,35 for $I_e > 100 \text{ A}$. ^b The test to be carried out with an incandescent light load. ^c Half of the operating cycles with one polarity and the other half with reverse polarity. ^d Tolerance for $\cos \phi$: $\pm 0,05$. ^e Tolerance for L/R: $\pm 15 \%$.									

8.2.4.3 Durability

8.2.4.3.1 Mechanical durability

Subclause 8.2.4.3.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.2.4.3.2 Electrical durability

Subclause 8.2.4.3.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.2.5 Ability to make, carry and break short-circuit currents

The CPS shall be capable of withstanding, the thermal, dynamic and electrical stresses, resulting from short-circuit currents.

Short-circuit currents may be encountered during current making, current carrying in the closed position and current interruption.

- a) The ability of the CPS to make, carry and break short-circuit currents is stated in terms of the following according to Table 12 or preferably Table 13 at the discretion of the manufacturer. Both tables are considered equivalent for the product to comply with this document:
 - conventional prospective current I_{cr} and conventional prospective current "r" (I_r);
 - rated service short-circuit breaking capacity I_{cs} (see 5.3.6).
- b) An additional test of three making and breaking operations shall be made at a current equal to 80 % of the instantaneous maximum tripping value of the instantaneous tripping release if this 80 % value exceeds the value of the I_c/I_e given in Table 8 (see 9.5.6).
- c) Four-pole CPS's shall comply with the requirements of 9.3.4.1.6 items a), b), c), as applicable.

NOTE Table 13 has been introduced for harmonization purpose with UL 60947-4-1 and is equivalent to the corresponding requirements of UL 60947-4-1.

Table 12 – Value of the prospective test current according to the rated operational current

Maximum I_e for a given construction	I_{cr}		Conventional prospective current "r" (I_r) ^a
	$(I_{cr})/(I_e \text{ max.})$	min. kA	
A			kA
$I_e \leq 16$	30	0,2	1
$16 < I_e \leq 32$	30	0,2	3
$32 < I_e \leq 63$	25	1	3
$63 < I_e \leq 125$	20	1,6	5
$125 < I_e \leq 250$	20	1,6	10
$250 < I_e \leq 315$	15	5	10
$315 < I_e \leq 630$	15	5	18
^a If the CPS is not specified according to utilization category AC-3, the prospective current "r" shall be subject of agreement between manufacturer and user.			

The power-factor or the time-constant shall be according to Table 16 of IEC 60947-1:2020.

Table 13 – Value of the prospective test current according to the rated operational current (harmonized table)

Rated operational current I_e (AC-3) ^{a, e}	I_{cr}		Conventional prospective current " r " ^f	Power factor
A	$(I_{cr})/(I_e \text{ max.})$	min. kA	kA	
$I_e \leq 12$	30	0,2	1	0,7 to 0,8
$12 < I_e \leq 50$ ^b	25	1	3	0,7 to 0,8
$50 < I_e \leq 100$ ^c	20	1,6	5	0,7 to 0,8
$100 < I_e \leq 250$ ^d	20	1,6	10	0,5 to 0,7
$250 < I_e \leq 500$	15	5	18	0,2 to 0,3
NOTE This table will be moved into the future revision of IEC 60947-1 and is therefore numbered differently to the other tables in this document.				
^a If the CPS is not specified according to utilization category AC-3, the conventional prospective current " r " shall be subject of agreement between manufacturer and user. ^b at 690 V and above: $12 < I_e \leq 63$. ^c at 690 V and above: $63 < I_e \leq 125$. ^d at 690 V and above: $125 < I_e \leq 250$ ^e Rated operational current may be marked "motor full load current" in North America. ^f Conventional prospective current " r " is called "standard fault current" in North America.				

8.2.6 Pole impedance

Subclause 8.2.6 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.2.7 Leakage currents of equipment suitable for isolation

Subclause 8.2.7 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.2.8 Coil power consumption

The power consumption of the electromagnet of a CPS characterises the power supplying its coil necessary for holding and pick up operations.

Where the power consumption of the coil is given, it shall be tested according to 9.3.3.9.

8.2.9 Co-ordination between a CPS and another short-circuit protective device

For the co-ordination between a CPS and another short-circuit protective device, see Annex X of IEC 60947-1:2020.

8.3 Electromagnetic compatibility (EMC)

8.3.1 General

Subclause 8.3.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

This equipment is inherently sensitive to voltage dips and short time interruptions on the control supply; it shall react within the limits of 8.2.1.2 and this is verified by the operating limits tests given in 9.3.3.2.

The immunity test levels of this document, based on the requirements of IEC 60947-1:2020, correspond to the severe industrial environment defined in IEC 61000-6-2. Higher immunity test levels can be necessary especially for outdoor high voltage substation as defined by IEC 61000-6-5.

8.3.2 Immunity

Subclause 8.3.2 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

Table 14 – Performance criteria when EM disturbances are present

Item	Performance criteria		
	A	B	C
Overall performance	No noticeable changes of the operating characteristic Operating as intended	Temporary degradation or loss of performance which is self-recoverable	Temporary degradation or loss of performance which requires operator intervention or system reset
Operation of power and control circuits	No maloperation according to the basis given under ^a	Temporary maloperation which cannot cause tripping according to the basis given under ^b ; unintentional separation or closure of contact is not accepted Self-recoverable	Tripping of overload relay; unintentional separation or closure of contact
Operation of displays, control panels and auxiliary circuits	No changes to display information Only slight light intensity fluctuation of LEDs, or slight movement of characters	Temporary visible changes or loss of information Undesired LED illumination No maloperation of auxiliary contacts	Shut down Permanent loss of display or wrong information Unpermitted operating mode Maloperation of auxiliary contacts Not self-recoverable
Information processing and sensing functions	Undisturbed communication and data interchange to external devices	Temporarily disturbed communication, with error reports of the internal and external devices	Erroneous processing of information Loss of data and/or information Errors in communication Not self-recoverable
^a Performance criterion A is based on the result of the following test procedure: during the test, the CPS when loaded at 0,9 times the current setting shall not trip, and when loaded at 2,0 times the current setting it shall trip within 0,9 times the minimum value and 1,1 times the maximum value of the manufacturer's time-current characteristic, and the monitoring functions, if any, shall correctly indicate the status of the CPS. ^b Performance criterion B is based on the result of the following test procedure: during the test, the CPS when loaded at 0,9 times the current setting shall not trip. After the test, the CPS shall comply with the manufacturer's time-current characteristic when loaded at 2,0 times the current setting and the monitoring functions, if any, shall correctly indicate the status of the CPS.			

The test values and procedures are given in 9.4.2.

8.3.3 Emission

Subclause 8.3.3 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

The test values and procedures are given in 9.4.3.

The level of severity required for environment B covers those required for environment A.

The devices covered by this document do not generate significant levels of harmonics and therefore no harmonic tests are required.

9 Tests

9.1 Kind of tests

9.1.1 General

Subclause 9.1.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

If there is no distinction between U_s and U_c , requirements apply with U_c . Unless otherwise specified all tests are made by energizing and de-energizing remotely the control function circuit.

9.1.2 Type test

Subclause 9.1.2 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

The tests are also intended to verify the products with their dedicated accessories.

9.1.3 Routine tests

Subclause 9.1.3 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

Routine tests comprise:

- operation and operating limits (9.6.2);
- dielectric tests (9.6.3).

The combined test of 9.3.3.4.2 of IEC 60947-1:2020 is permitted.

For dedicated wiring accessories delivered separately, only dielectric test applies.

9.1.4 Sampling tests

Sampling tests for clearance verification shall be made in accordance with 9.3.3.4.3 of IEC 60947-1:2020.

If by the control of materials and manufacturing processes, the integrity of the dielectric properties has been proven, the routine tests may be replaced by sampling tests according to a recognized sampling plan (see ISO 2859-1:1999).

The combined test of 9.3.3.4.2 of IEC 60947-1:2020 is permitted.

9.1.5 Special tests

9.1.5.1 General

The conducting of special test is at the discretion of the manufacturer.

Special tests include:

- environment tests according to 9.1.5.2;
- mechanical and electrical durability tests according to Annex A. The test results can be used to obtain data needed for functional safety applications (see Annex K).

9.1.5.2 Environment tests

For these special tests, Annex Q of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

Where Table Q.1 of IEC 60947-1:2020 calls for verification of operational capability, this shall be done according to 9.6.2 of this document.

The vibration tests shall be done on the equipment in the open and closed positions. The overload relay or release shall not trip during the test. To check the behavior of main and auxiliary contacts, tests can be done under any current/voltage value.

The shock test on the equipment shall be done in the open position.

For the dry heat test, the equipment shall be in the close position during the conditioning period (see 5.3.3 of IEC 60068-2-2:2007). For categories A, B and C, the test may be done without current in the poles and for categories D, E and F, the test shall be done under the maximum rated AC-3 current, but may be limited to 100 A for practical reasons. During the last hour, the CPS shall be operated 5 times manually and 5 times remotely. During the whole test, the overload relay or release may trip.

For the low temperature test, the test Ad is to be chosen instead of the test Ab and the equipment shall be in the open position during the cooling period. It shall then be energized for the last hour. For categories A, B and C, the test may be done without current in the poles and for categories D, E and F, the test is done under the maximum rated AC-3 current which may be limited to 100 A for practical reasons. During this last hour, the CPS shall be operated 5 times manually and 5 times remotely. During the whole test, the overload relay or release shall not trip.

For the damp heat test, for categories A, B and C, the test may be done without current in the poles. For categories D, E and F, the equipment shall be energized under the maximum rated AC-3 current for the first cycle and de-energized for the second cycle. The current may be limited to 100 A for practical reasons. After stabilization of the temperature, during the first 2 h of the first cycle and during the last 2 h of the second cycle, the CPS shall be operated 5 times manually and 5 times remotely. The overload relay or release may trip only if it is permitted according to its temperature characteristic.

With the agreement of the manufacturer, the duration of the recovery periods may be reduced.

After the salt mist test, the product may be washed where agreed by the manufacturer.

9.2 Compliance with constructional requirements

9.2.1 General

Subclause 9.2 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

9.2.2 Electrical performance of screwless-type clamping units

Subclause 9.2.5.7 of IEC 60947-1:2020 applies with the following changes.

The number of specimens shall be at least 4.

The insertion and disconnection of the conductors shall be made in accordance with the manufacturer's instructions.

A suitable test arrangement is shown in Figure 3. If the measurement points cannot be positioned within the 10 mm to the point of contact, the voltage difference between the ideal and the actual measuring points shall be deducted from the voltage drop measured. This voltage difference within the part of the conductor shall be determined with a suitable measurement method on one specimen at a stabilised temperature. The measurement methods and the results shall be documented in the test report. The test current is I_{th} .

NOTE 1 Particular testing method with conductor cross-sections larger than 10 mm² is under consideration.

NOTE 2 The device sample can be provided with holes or equivalent arrangements which provide measurement access points for the voltage drop on the terminal.

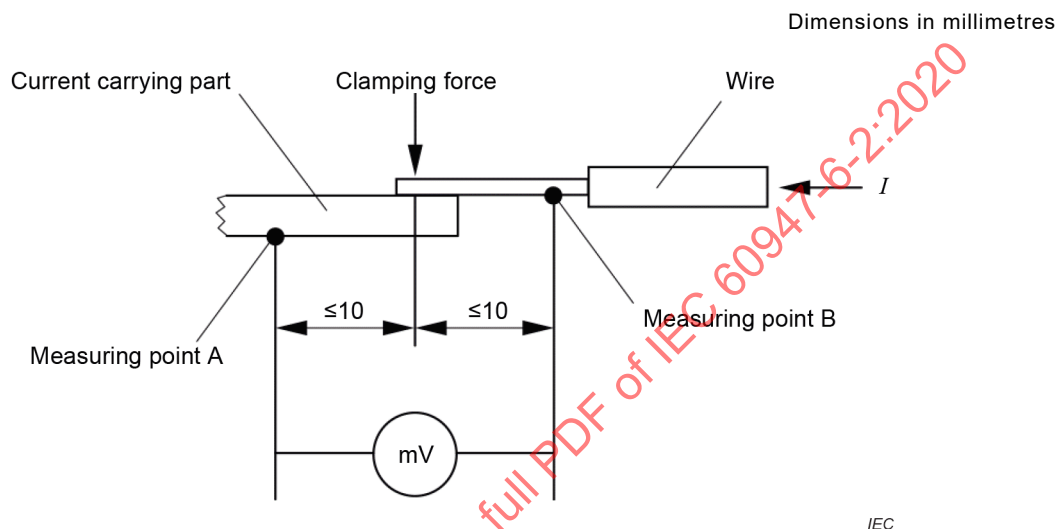


Figure 3 – Voltage drop measurement at contact point of the clamping terminal

9.2.3 Ageing test for screwless-type clamping units

Subclause 9.2.5.8 of IEC 60947-1:2020 applies with the following changes.

The test shall be done on the device equipped with the clamping units.

The test current is I_{th} .

NOTE The device sample can be provided with holes or equivalent arrangements which provide measurement access points for the voltage drop on the terminal.

9.2.4 Limited energy source test

A limited energy source circuit shall be tested as follows, with the equipment operating under normal operating conditions.

In case the limited energy source requirement depends on over-current protective device(s), the device(s) shall be short-circuited.

With the equipment operating under normal operating conditions, a variable resistive load is connected to the parts under consideration and adjusted to obtain a level of required limited apparent power (VA). Further adjustment is made, if necessary, to maintain the limited apparent power (VA) for a period specified in 8.1.14.

A variable resistive load is connected to the circuit under consideration and adjusted to obtain the limit of apparent power as indicated in Table 20, Table 21, or Table 22, as applicable. Further adjustment is made, if necessary, to maintain the limit of apparent power for the time period indicated in Table 20, Table 21, or Table 22, as applicable.

The test is passed if after the test period the available apparent power does not exceed the limits indicated in Table 20, Table 21, or Table 22, as applicable.

In case the limited energy source requirement depends on over-current protective device(s), the current rating of at least one of the protective device(s) in the current path shall not exceed the limit in Table 21.

These tests shall be conducted under the most unfavourable combination within the manufacturer's operating specifications of the parameters as listed in 5.5.

9.2.5 Breakdown of components

9.2.5.1 General

The breakdown of a component, identified as a result of the circuit analysis of 8.1.16, shall be tested with the product operating with the load creating the most severe condition.

There shall be no emission of flame or molten metal, nor ignition of cotton when tested in accordance with 9.2.5.2.

NOTE A possible loss of main function is possible.

The test is not required:

- when circuit analysis indicates that no other component or portion of the circuit will be overloaded as a result of open- or short-circuit failure mode of another component;
- for components in circuits supplied by limited energy sources in compliance with 8.1.14;
- on power semiconductor devices when equivalent testing is accomplished during short-circuit tests;
- for components that have previously been positively evaluated considering their failure modes and the circuit conditions in which the component is used within the device.

9.2.5.2 Breakdown of components test

Each identified component shall be subjected to a breakdown of components test in open- and or short-circuit failure modes, whichever is most severe.

During this test, there shall be no emission of flame or molten metal, nor ignition of cotton. The fusible element shall not open.

Components, such as capacitors or diodes, are short- or open-circuited. For device without a dedicated enclosure, an outer metal enclosure or a wire mesh cage (with surrounded cotton on the cage) that is 1,5 times the size of the device (or different, according to manufacturer declarations) shall be provided to simulate the potential grounded parts around the device. In case of dedicated enclosure, the cotton shall be placed over all openings. The outer dedicated enclosure or wire mesh cage (when provided) and any grounded or exposed dead-metal part shall be connected through a fusible element F, according to subclause 9.3.4.1.2 d) of IEC 60947-1:2020, to the supply circuit.

NOTE The definition of enclosed equipment is given in Annex C of IEC 60947-1:2020.

9.3 Compliance with performance requirements

9.3.1 Test sequences

Type tests are grouped together in a number of sequences as shown in Table 19.

9.3.2 General test conditions

9.3.2.1 General requirements

Subclause 9.3.2.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

Throughout this subclause, the term "test" has been used for every test to be made; "verification" should be interpreted as "test for the verification" and has been used where it is intended to verify the condition of the CPS following an earlier test in a sequence whereby it may have been adversely affected.

The number of samples to be tested for each test sequence and the test conditions (e.g. setting of overload releases, terminal connections) are specified in Table 19.

Unless otherwise specified, tests are to be performed on a CPS having the maximum rated operational current(s) of a given physical size and similar construction, and are deemed to cover all rated currents of that physical size and construction.

NOTE 1 Some utilization categories can be assigned without tests or with a restricted number of tests, when tests of equivalent or higher severity have already been made (see 5.4.2).

NOTE 2 Similar construction means: the changes will have no negative impact on the performance of the product. For example, no change in the current carrying parts except current sensing means (e.g. bimetal), arc chamber, etc.

CPS for unearthed or impedance earth systems (IT) shall be tested according to Annex G.

9.3.2.2 Test quantities

Subclause 9.3.2.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.3.2.3 Evaluation of test results

The condition of the CPS after tests shall be checked by the verifications required for each sequence.

A CPS is deemed to have met the requirements of this document if it meets the requirements of each sequence as applicable.

9.3.2.4 Test reports

Subclause 9.3.2.4 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.3.3 Performance under no load, normal load and overload conditions

9.3.3.1 Operation

Tests shall be made to verify that the equipment operates correctly according to the requirements of 8.2.1.1.

9.3.3.2 Operating limits

9.3.3.2.1 General

Subclause 9.3.3.2 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

When the over-current opening release is normally a built-in part of the CPS, it shall be verified inside the corresponding CPS. Any separate release shall be mounted approximately as under normal service conditions. The complete CPS shall be mounted in accordance with 9.3.2.1. The CPS under test shall be protected against undue external heating or cooling.

The operating limits tests of the relays and releases shall follow 9.3.3.2.2.

9.3.3.2.2 Relays and releases

a) Under-voltage relays and releases

Under-voltage relays or releases shall be tested for compliance with the requirements of 8.2.1.3. When associated with a switching device, the release shall be fitted to the switching device having the maximum current rating for which the release is suitable.

1) Drop-out voltage

The voltage shall be reduced from rated control circuit supply voltage at a rate to reach 0 V in approximately 30 s.

The test for the lower limit is made without previous heating of the release coil. In the case of a release with a range of rated control circuit supply voltage, this test applies to the maximum voltage of the range. When associated with a switching device, the test for the lower limit is made without current in the main circuit.

The test for the upper limit is made starting from a constant temperature corresponding to the application of rated control circuit supply voltage to the release and rated current in the main poles. This test may be combined with the temperature-rise test of 9.3.3.3. In the case of a release with a range of rated control circuit supply voltage, this test is made at the minimum rated control circuit supply voltage.

2) Test for limits of operation when associated with a switching device

Starting with the main circuit open, at the temperature of the test room, and with the supply voltage at 35 % rated maximum control supply voltage, it shall be verified that the switching device cannot be closed by the operation of its actuator. When the supply voltage is raised to 85 % of the minimum control supply voltage, it shall be verified that the switching device can be closed by the operation of its actuator.

3) Performance under over-voltage conditions

When associated with a switching device, the test is made without current in the main circuit. The test at 110 % of the rated supply voltage shall be made for 30 min or until the temperature has reached thermal equilibrium and without impairing its functions. Verification shall be made according to 2) above.

b) Shunt-coil operated releases

Shunt releases shall be tested for compliance with the requirements of 8.2.1.4 at the ambient temperature. When associated with a switching device, the release shall be fitted to the switching device having the maximum rated current for which the release is suitable.

In the case of a release having a range of rated control circuit supply voltages, the test voltages shall be 70 % of the minimum rated control circuit supply voltage and 110 % of the maximum rated control circuit supply voltage.

c) Thermal, electronic and time-delay magnetic overload relays or releases

Overload relays or releases shall be connected using conductors in accordance with Table 9, Table 10 and Table 11 of IEC 60947-1:2020 for test currents corresponding to:

- 100 % of the current setting of the overload relay for overload relays of trip classes 2, 3, 5 and 10 A for all overload relay types (see Table 3) and 10, 20, 30 and 40 for electronic overload relay types;
- 125 % of the current setting of the overload relay for thermal overload relays of trip classes 10, 20, 30 and 40 (see Table 3) and for overload relays for which a maximum tripping time greater than 40 s is specified (see 5.7.3).

It shall be verified that relays and releases operate according to the requirements of 8.2.1.5.1 with all poles energized.

The characteristics defined in 8.2.1.5.1 shall be verified at $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. In addition, any declared time-current characteristics outside the $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ range shall be verified at minimum and maximum temperatures. However, for relays or releases declared compensated for ambient temperature, in case of temperature range declared by the manufacturer is outside the range given in Table 2, the characteristics at $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ and/or $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ need not be verified, if the corresponding tripping current values tested at the declared minimum and maximum temperatures are in compliance with the limits specified for $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ and/or $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ in that Table 2.

For electronic overload relays or releases, the thermal memory test verification of 8.2.1.5.1.2 shall be carried out at $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Three-pole thermal or electronic overload relays or releases energized on two poles only shall be tested as stated in 8.2.1.5.2 on all combinations of poles and at the maximum and minimum current settings for relays with adjustable settings.

d) Instantaneous magnetic overload relays

Each relay shall be tested separately. The current through the relay shall be increased at a rate suitable for an accurate reading to be made. The values shall be as stated in 8.2.1.5.3.

e) Short-circuit releases

Subclause 9.3.3.2 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

The ambient air temperature shall be measured as for the temperature-rise tests (see 8.2.2). Any separate release shall be mounted as under normal service conditions. The complete CPS shall be mounted in accordance with 8.2.2.

For CPS with adjustable short-circuit releases, tests shall be made at:

- minimum current setting; and
- maximum current setting,

in each case with conductors corresponding to the rated operational current I_e .

For tests for which the tripping characteristic is independent of the temperature of the terminals (e.g. electronic overload releases, magnetic releases), connection data (type, cross-section, length) may be different from those required in 9.3.3.3.4 of IEC 60947-1:2020.

The tests may be made at any convenient voltage.

The operation of short-circuit releases shall be verified at 80 % and 120 % of the short-circuit current setting of the release. The test currents shall have no asymmetry.

At a test current having a value equal to 80 % of the short-circuit current setting, the release shall not operate, the current being maintained for 0,2 s.

At a test current having a value equal to 120 % of the short-circuit current setting, the release shall operate within 0,2 s.

For CPS with an electronic over-current release, the operation of the short-circuit releases may be verified by one test only on each pole individually.

For CPS with electromagnetic over-current releases, the operation of multipole short-circuit releases shall be verified by one test only on each combination of two phase poles in series. In addition, the operation of the short-circuit releases shall be verified once on each pole individually, at 120 % of either the value declared by the manufacturer for individual poles, or the short-circuit current setting (if no value is declared for individual poles), at which value they shall operate within 0,2 s.

f) Under-current relays

The limits of operation shall be verified in accordance with 8.2.1.5.3.

g) Under-current relays in automatic change-over

The limits of operation shall be verified in accordance with 8.2.1.5.3.

h) Stall relay or release

The limits of operation shall be verified in accordance with 8.2.1.5.4.

For current sensing stall relays or releases, the verification shall be made for the minimum and for the maximum set current values and for the minimum and maximum stall inhibit time (four settings).

For stall relays or releases operating in conjunction with a rotation sensing mean, the verification shall be made for the minimum and maximum stall inhibit time. The sensor can be simulated by an appropriate signal on the sensor input of the stall relay or release.

i) Jam relay or release

The limits of operation shall be verified in accordance with 8.2.1.5.5.

The verification shall be made for the minimum and for the maximum set current values and for the minimum and maximum jam inhibit time (four settings).

For each of the four settings, the test shall be made under the following conditions:

- apply a test current of 95 % of the set current value. The jam relay or release shall not trip;
- increase the test current to 120 % of the set current value. The jam relay or release shall trip according to the requirements given in 8.2.1.5.5.

9.3.3.3 Temperature-rise

9.3.3.3.1 Ambient air temperature

Subclause 9.3.3.3.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.3.3.3.2 Measurement of the temperature of parts

Subclause 9.3.3.3.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.3.3.3.3 Temperature-rise of a part

Subclause 9.3.3.3.3 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.3.3.3.4 Temperature-rise of the main circuit

Subclause 9.3.3.3.4 of IEC 60947-1:2020 applies with the exception that a single test shall be conducted with all poles in the main circuit loaded at their individual maximum rated currents and as stated in 8.2.2.5, and with the following addition.

The main circuit shall be loaded as stated in 8.2.2.5.

All auxiliary circuits which normally carry current shall be loaded at their maximum rated operational current (see 5.6) and the control circuits shall be energized at their rated voltages (see 5.5).

For four-pole CPS's, a test shall first be made on the three poles which incorporate over-current releases. For CPS's having a value of conventional thermal current not exceeding 63 A, a separate and additional test shall be made by passing the test current through the fourth pole and its adjacent pole. For higher thermal current values, the method of testing shall be the subject of a separate agreement between manufacturer and user. The test shall be made in test sequence I (see 9.5.2.2).

9.3.3.3.5 Temperature-rise of control circuits

Subclause 9.3.3.3.5 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

The temperature-rise shall be measured during the test of 9.3.3.3.4.

9.3.3.3.6 Temperature-rise of coils of electromagnets

Subclause 9.3.3.3.6 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

The coil with the highest measured holding power consumption value, for a given frequency alternating current or direct current, according to 9.3.3.9.2 is deemed to be representative for all coils, for the same CPS, and shall be used for the temperature-rise test.

- a) Electromagnets of CPS's intended for uninterrupted or 8 h duty shall be subjected only to the conditions prescribed in 8.2.2.7.1, with the corresponding rated current flowing through the main circuit for the duration of the test. The temperature-rise shall be measured during the test of 9.3.3.3.4.
- b) Electromagnets of CPS's intended for intermittent duty shall be subjected to the test as stated in a), and also to the test prescribed in 8.2.2.7.2 dealing with their class, with no current flowing through the main circuit.
- c) Specially rated (short-time or periodic duty) windings shall be tested as stated in 8.2.2.7.3 without the current in the main circuit.

9.3.3.3.7 Temperature-rise of auxiliary circuits

Subclause 9.3.3.3.7 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

The temperature-rise shall be measured during the test of 9.3.3.3.4.

9.3.3.4 Dielectric properties

9.3.3.4.1 Type tests

Subclause 9.3.3.4.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following modifications.

- The following two paragraphs applies at the end of item 1):
The metal foil shall be applied to all surfaces where these are likely to be touched by people during normal operation or adjustment of the equipment and where such surfaces can also be touched by the standard test finger.
The application of the metal foil for power frequency withstand voltage test after switching and short-circuit tests is not required.
- The following sentence applies after the second paragraph of item 2) c) ii):
Where the control circuit normally connected to the main circuit is disconnected (according to 9.3.3.4.1, item 2) b) of IEC 60947-1:2020), the method used to maintain the main contacts closed shall be indicated in the test report.
- The following paragraph applies at the end of item 3) c):
Where the control circuit normally connected to the main circuit is disconnected, the method used to maintain the main contacts closed shall be indicated in the test report.
- The sentence of item 8) is replaced by the following:
For CPS suitable for isolation, the leakage current shall be measured through each pole with the contacts in the open position, at a test voltage of $1,1 U_e$, and shall not exceed 0,5 mA.

9.3.3.4.2 Routine tests

9.3.3.4.2.1 General

Subclause 9.3.3.4.2 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

9.3.3.4.2.2 Routine power frequency withstand voltage test for devices incorporating voltage limiting components

At the discretion of the manufacturer, the device incorporating voltage limiting components are to be tested with the following sequences a) to b):

a) Application of the test voltage

The test shall be performed in accordance with 9.3.3.4.2 2) of IEC 60947-1:2020. The value of the test voltage shall be the U_V RMS value (max. operational voltage of the voltage limiting components) or the maximum U_V DC value of the voltage limiting components with a tolerance of –10 %.

Performance criterion: the over-current relay of the test apparatus shall not trip (lower tripping limit).

b) Verification of the proper function of the voltage limiting components

The test shall be performed in accordance with 9.3.3.4.2 2) of IEC 60947-1:2020. The value of the test voltage shall be chosen by the manufacturer so that a current is generated between the upper tripping limit and the lower tripping limit of the test apparatus.

Performance criterion: the current shall be between a) and b) and the voltage limiting component shall not be damaged.

9.3.3.5 Making and breaking capacities

9.3.3.5.1 General test conditions

Subclause 9.3.3.5.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

The tests shall be made under operating conditions stated in Table 8.

The control circuit supply voltage shall be 100 % of U_s except that for the making test of utilization categories AC-3 and AC-3e and AC-4, the control circuit supply voltage shall be 110 % of U_s for half the number of operating cycles and 85 % of U_s for the other half.

Connections to the main circuit shall be similar to those intended to be used when the CPS is in service. If necessary, or for convenience, the control and auxiliary circuits and, in particular, the operating coil of the CPS may be supplied from an independent source with the cross-section given in Table 9, Table 10 and Table 11 of IEC 60947-1:2020 for a utilization category. Such a source shall deliver the same kind of current and the same voltage as specified for service conditions.

The overload relay may be short-circuited for the purpose of carrying out the rated making and breaking capacity tests.

9.3.3.5.2 Test circuit

Subclause 9.3.3.5.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.3.3.5.3 Characteristics of transient recovery voltage

Subclause 9.3.3.5.3 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.3.3.5.4 Vacant

9.3.3.5.5 Rated making and breaking capacities

Subclause 9.3.3.5 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

1) *Test procedure for utilization categories other than AC-4*

The CPS shall perform the making and breaking operations stated in 8.2.4.1 and Table 8.

CPS's of utilization category AC-3 and AC-3e shall be subjected to 50 making only operations followed by 50 making and breaking operations.

2) *Test procedure for utilization category AC-4*

The CPS shall make and break the currents given in Table 8.

The 50 making only operations shall be done first followed by 50 making and breaking operations.

The load circuit shall be connected to the CPS in the same way as a motor. For reversing CPS's with plugging capability incorporating two devices A and B, these shall be wired and used as in normal application. Each sequence of 50 operations shall be:

close A – open A – close B – open B – off period.

The change-over from "open A" to "close B" shall be made as fast as the normal control system will allow. Mechanical and/or electrical interlocking means provided in the reversing CPS with plugging capability or intended for associating CPS's as reversing devices shall be used.

If the reversing circuit arrangement is such that both CPS's can be energized simultaneously, 10 additional sequences shall be made with both CPS's energized simultaneously.

9.3.3.5.6 Behaviour of the CPS during and after making and breaking, change-over and plugging tests

- a) There shall be neither arcing nor flashover between poles, or between poles and frame, and no melting of the fuse element F in the leakage detection circuit (see 9.3.4.1.2 of IEC 60947-1:2020), and no welding of contacts.
- b) After the test with the CPS in the ON position, it shall be verified that there is continuity between each pair of line and load terminals.
- c) Verification of no welding of the contacts shall be carried out as follows:

In the case of CPS's with manual operating means, there shall be no circuit continuity between any line and load terminals first with the manual operating means in closed position with no control circuit supply voltage present and then by opening the manual operating means with the control circuit supply voltage present. In the case of CPS's without manual operating means, it shall be verified that, with all the remote closing means in the closed position by opening each of the remote opening means in turn there is no circuit continuity between any line and load terminals.

NOTE To ensure the correct procedure for this verification it can be useful to refer to the manufacturer's instructions.

9.3.3.6 Operational performance capability

Subclause 9.3.3.6 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

Tests concerning the verification of conventional operational performance are intended to verify that a CPS is capable of fulfilling the requirements given in Table 10 and after short-circuit tests at I_{cr} or I_{cs} , the requirements under the conditions given in Table 11.

For CPS provided with mirror contacts, the additional test of F.7.3 shall be carried out.

Connections to the main circuit shall be similar to those intended to be used when the CPS is in service with the cross-section given in Table 9, Table 10 and Table 11 of IEC 60947-1:2020 for a utilization category.

The overload relay may be short-circuited for the purpose of carrying out the tests.

The test circuit given in 9.3.3.5.2 is applicable.

The control voltage shall be 100 % of the rated control circuit supply voltage.

9.3.3.7 Durability

9.3.3.7.1 Mechanical durability

Subclause 9.3.3.7.2 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

The mechanical durability of a CPS is verified by a special test conducted at the discretion of the manufacturer.

Recommendations for conducting this test are given in Clause A.2.

9.3.3.7.2 Electrical durability

Subclause 9.3.3.7.3 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

The electrical durability of a CPS is verified by a special test conducted at the discretion of the manufacturer.

Recommendations for conducting this test are given in Clause A.3.

9.3.3.8 Pole impedance

Subclause 9.3.3.8 of IEC 60947-1:2020 applies. Figure 4 gives an example of measurement circuit.

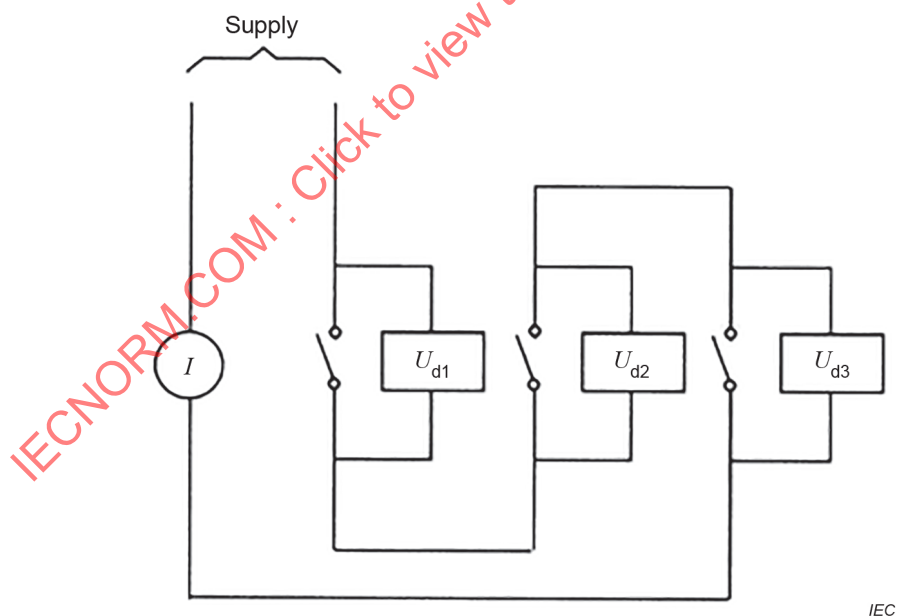


Figure 4 – Example of a pole impedance measurement for a three-pole CPS

9.3.3.9 Coil power consumption

9.3.3.9.1 General

The characteristics of the power supply necessary for the electromagnet of a CPS needs to be determined for both the holding power and the pick-up power.

In the case where different coils cover a range of voltages, 5 coils numbered i shall be tested as follows:

The coil with the lowest rated control circuit supply voltage U_s , the coil with the highest rated control circuit supply voltage U_s , plus 3 other coils deemed to be representative of the coils with the highest calculated hold power at the discretion of the manufacturer.

The test shall be performed at ambient temperature $+23\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$. The test shall be made without any load in the main and auxiliary circuits. The coil shall be supplied with the rated control circuit supply voltage U_s and at the rated frequency. For a given coil, where a voltage range is declared, the test shall be made at the highest voltage at the respective frequency.

For AC controlled electromagnet, the measured values shall be obtained with a RMS measurement method covering at least a bandwidth from 0 Hz to 10 kHz. For DC controlled electromagnet, the measured values shall be obtained as an average value. For AC as well as DC controlled electromagnet, the resulting power values shall be given within a measurement uncertainty better than 5 %.

For electronically controlled electromagnet, the measurement method shall cover a bandwidth of at least 0 Hz to 100 kHz but not less than ten times the electronic control switching rate.

The declared value by the manufacturer shall be equal or higher than the average value of the 5 tested coils.

9.3.3.9.2 Holding power for conventional and electronically controlled electromagnet

The current measurement $I_{(i)}$ of the coil shall be performed after the coil has been energized and has reached a stable temperature.

The holding power consumption is defined as follows:

$$S_{h(i)} = U_{s(i)} \times I_{(i)} \text{ [VA] for AC controlled electromagnet;}$$

$$P_{c(i)} = U_{s(i)} \times I_{(i)} \text{ [W] for DC controlled electromagnet.}$$

$$S_h = \sum (U_{s(i)} \times I_{(i)}) / 5 \text{ [VA] respectively } P_c = \sum (U_{s(i)} \times I_{(i)}) / 5 \text{ [W]}$$

For electronically controlled electromagnet with AC and DC ratings, the measurement should be performed for both ratings.

NOTE The power dissipation for an AC controlled electromagnet can also be expressed in [W], taking into account the power factor.

9.3.3.9.3 Pick-up power for DC controlled electromagnet with separate pick-up and hold-on windings or AC controlled electromagnet

The pick-up measurement shall be performed directly after the measurement of the hold current (see 9.3.3.9.2).

The current measurement $I_{(i)}$ respectively $\hat{I}_{(i)}$ of the coil shall be performed immediately after the coil has been de-energized, the CPS has been held in the OFF position and re-energized.

The pick-up power consumption is defined as follows:

$$S_{p(i)} = U_s \times \hat{I}_{(i)} \text{ [VA]}$$

$$S_p = \sum U_{s(i)} \times \hat{I}_{(i)} / 5 \text{ [VA]} \text{ for AC and DC controlled electromagnet}$$

For DC controlled electromagnet, the power consumption is expressed in VA in order to represent the total apparent power because of its nonlinear waveform but it may also be expressed in W.

NOTE 1 Unless otherwise stated in the manufacturer literature, for DC conventional controlled electromagnet, the pick-up power is equal to the holding power.

NOTE 2 Depending on the design of the CPS with separate pick-up and hold-on windings, care is taken not to burn the coil by taking a short measurement (coil energized for less than 1 s or 2 times the pick-up time published by the manufacturer if greater than 1 s).

9.3.3.9.4 Pick-up power for electronically controlled electromagnet

The pick-up measurement is under consideration.

9.3.4 Performance under short-circuit conditions

9.3.4.1 General conditions for short-circuit tests

9.3.4.1.1 General requirements

This subclause specifies test conditions for verification of compliance with the requirements of 8.2.5.

Subclause 9.3.4.1.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following amplification:

CPS's shall be tested in free air. For rated service short-circuit breaking capacity tests, a wire mesh shall be placed at all points of the CPS likely to be a source of external phenomena capable of producing a breakdown, in accordance with the arrangements and distances specified by the manufacturer. Details, including distance from the CPS under test to wire-mesh, shall be stated in the test report. CPS's intended for use in an individual enclosure shall, in addition, be tested in the smallest of such enclosure stated by the manufacturer according to test sequence VII. For devices tested only in free air, information shall be provided to indicate that the device has not been evaluated for use in an individual enclosure.

NOTE 1 An individual enclosure is an enclosure designed and dimensioned to contain one CPS only together with ancillary equipment if any.

NOTE 2 Requirements for enclosed stationary and moveable assemblies including multiple devices are given by IEC 61439 (all parts).

This additional test shall be made on a new sample and shall consist in a sequence of operation O – t – CO – t – rCO (see 9.5.8.2) followed by a verification of dielectric withstand in accordance with 9.5.3.4.

If a CPS is fitted with adjustable over-current releases, the setting of the releases shall be as specified for each test sequence.

For CPS's without over-current releases but fitted with a shunt release, this release shall be energized by the application of a voltage equal to 70 % of the rated control circuit supply voltage of the release (see 8.2.1.4), at a time not earlier than that of the initiation of the short-circuit nor later than 10 ms after the initiation of the short-circuit.

For all these tests, the line side of the test circuit shall be connected to the corresponding terminals of the CPS as marked by the manufacturer. In the absence of such markings, the test connections shall be as specified in Table 18.

9.3.4.1.2 Test circuit

Subclause 9.3.4.1.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.3.4.1.3 Power-factor of the test circuit

Subclause 9.3.4.1.3 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

If Table 13 is used, the power factor is given in this Table 13.

9.3.4.1.4 Time-constant of the test circuit

Subclause 9.3.4.1.4 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.3.4.1.5 Calibration of the test circuit

Subclause 9.3.4.1.5 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.3.4.1.6 Test procedure

Subclause 9.3.4.1.6 of IEC 60947-1:2020 applies with the following amplification:

The CPS shall be mounted and connected as in normal use with the cross-section given in Table 9, Table 10 and Table 11 of IEC 60947-1:2020 for a utilization category.

Tests for the performance under short-circuit conditions shall be made according to test sequences III and IV (9.5.4 and 9.5.5).

For CPS's having a rated current up to and including 630 A, a conductor of 75 cm length, having a cross-part as specified in 9.3.3.2 should be included as follows:

- 50 cm on the supply side;
- 25 cm on the load side.

The following symbols are used for defining the operating sequences:

- O represents a breaking operation;
- CO represents a manual making operation, the control circuit being previously energized, followed by a breaking operation. In the absence of manual operating means, operating sequence rCO shall apply instead;
- rCO represents a remote-controlled making operation (by energization of the control circuit) followed by a breaking operation;
- t represents the time interval between two successive short-circuit operations which shall be 3 min or the resetting time of the CPS whichever is the longer. The actual value of t shall be stated in the test report.

The maximum value of I^2t (3.7.18 of IEC 60947-1:2020) during these tests shall be recorded in the test report.

NOTE The maximum value of I^2t recorded during the tests cannot be the maximum possible value for the prescribed conditions. Additional tests can be necessary if this maximum value needs to be determined.

Four-pole CPS

- a) For a four-pole CPS having four equally rated poles, the tests shall be made on three poles according to Figure 11 of IEC 60947-1:2020;
- b) For a four-pole CPS having a fourth pole of reduced short-circuit rating, the tests shall be made on the three main poles according to Figure 11 of IEC 60947-1:2020; an additional test shall be made on the fourth pole and its adjacent pole at an applied voltage of $U_e/\sqrt{3}$ using the test-circuit according to Figure 12 of IEC 60947-1:2020 (see the last paragraph on that figure). The test current shall be that which corresponds to the rating of the fourth pole;

- c) For a four-pole CPS having a switched neutral pole (see 8.1.8 of IEC 60947-1:2020), the test shall be made on the four poles according to Figure 12 of IEC 60947-1:2020.

9.3.4.1.7 Interpretation of records

Subclause 9.3.4.1.8 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.3.4.2 Behaviour of the CPS during short-circuit making and breaking tests

Subclauses 9.3.3.5.6 a) and 9.3.3.5.6 c) apply. After rearming, subclause 9.3.3.5.6 b) applies.

Moreover, the case shall not be broken but hairline cracks are acceptable.

NOTE Hairline cracks are a consequence of high gas pressure or thermal stresses due to arc extinction when interrupting very high fault currents and are of a superficial nature. Consequently, they do not develop through the entire thickness of the moulded case of the device.

The door, or cover of the enclosure if any, shall not be blown open and it shall be possible to open it.

9.4 EMC tests

9.4.1 General

Subclause 9.4.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

With the agreement of the manufacturer, more than one EMC test or all EMC tests may be conducted on one and the same sample, which initially may be new or may have passed test sequences according to 9.3.1. The sequence of the EMC tests may be carried out in any order.

CPS rated at 50 Hz to 60 Hz shall be tested at either one of the rated frequencies.

EMC shall be verified on the production series. Where a range of CPS's comprise similar control electronics and sensors, within similar frame sizes, it is only necessary to test a single representative sample of the CPS as specified by the manufacturer.

The test report and the instruction manual shall include any special measures that have been taken to achieve compliance, for example the use of shielded or special cables. If auxiliary equipment is used with the CPS in order to comply with immunity or emission requirements, it shall be included in the report and the instruction manual.

The current setting I_R of the over-current relays or releases shall be adjusted to the minimum value.

Short-time and instantaneous relays or release settings shall each, if applicable, be adjusted to the minimum value but not less than 2,5 times I_R .

Unless otherwise specified in the relevant subclause, after the immunity tests, the operating limits of 8.2.1.2 and 8.2.1.5.1.2, if applicable, shall be verified.

After emission tests, no performance checks are required.

The test report shall also include any special measures that have been taken to achieve compliance, for example the use of shielded or special cables. If auxiliary equipment is used with the device in order to comply with immunity or emission requirements, they shall be included in the report.

Unless otherwise specified in the relevant subclauses, the test sample shall be in the open or closed position, whichever is worse, and shall be operated with the rated control supply.

Unless otherwise specified in the relevant subclauses, the test sample shall be in free air.

The main poles of the CPS can be connected in series or in three-phase as appropriate.

9.4.2 Immunity

9.4.2.1 General

Subclause 9.4.2.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

The tests of Table 15 are required.

If, during the EMC tests, conductors are to be connected to the test sample, the cross-section and the type of the conductors are optional but shall be in accordance with the manufacturer's literature.

Table 15 – EMC immunity tests

Type of test	Test level required
Electrostatic discharges	Corresponding test level of Table 23 of IEC 60947-1:2020 applies.
Radiated radio-frequency electromagnetic fields	Corresponding test level of Table 23 of IEC 60947-1:2020 applies.
Electrical fast transients/bursts (EFT/B) ^a	Corresponding test level of Table 23 of IEC 60947-1:2020 applies.
Surges (1,2/50 μ s – 8/20 μ s)	Corresponding test level of Table 23 of IEC 60947-1:2020 applies.
Power frequency magnetic fields	Corresponding test level of Table 23 of IEC 60947-1:2020 applies.
Conducted disturbances induced by radio-frequency fields (common mode) ^{b c}	Corresponding test level ^d of Table 23 of IEC 60947-1:2020 applies.
Voltage dips and short-time interruptions	Corresponding test level of Table 23 Class 3 of IEC 60947-1:2020 applies.
Current harmonics	9.4.2.9.1
Current dips and short time interruptions	9.4.2.9.2
^a The CPS shall be operated at least one time during the test and the overload relay is loaded at 0,9 times the current setting with a maximum of 100 A. ^b Applicable to ports only interfacing with cables whose total length according to the manufacturer's functional specification may exceed 3 m. ^c The test level can also be defined as the equivalent current into a 150 Ω load. ^d Except for the ITU broadcast frequency band 47 MHz to 68 MHz, where the level shall be 3 V.	

After the tests, the operating limits of 9.5.2.4 shall be verified at ambient temperature.

9.4.2.2 Electrostatic discharges

Subclause 9.4.2.2 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

Contact discharges shall be applied only to points which are accessible during normal use. Tests are not required on power terminals and IP00 device (open frame or chassis unit). In this last case, the manufacturer shall provide instructions on how to mitigate the possibility of damage due to static discharge.

The CPS shall comply with criterion B of Table 14.

9.4.2.3 Radiated radio-frequency electromagnetic fields

Subclause 9.4.2.3 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

The CPS shall comply with criterion A of Table 14.

9.4.2.4 Conducted disturbances induced by radio-frequency fields

Subclause 9.4.2.4 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

The CPS shall comply with criterion A of Table 14.

9.4.2.5 Electrical fast transients/bursts (EFT/B)

Subclause 9.4.2.5 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition:

Terminals for control and auxiliary circuits intended for the connection of conductors which extend more than 3 m shall be tested.

The CPS shall comply with criterion B of Table 14.

9.4.2.6 Surges (1,2/50 μ s – 8/20 μ s)

Subclause 9.4.2.6 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

The CPS shall comply with criterion B of Table 14.

9.4.2.7 Power frequency magnetic fields

Subclause 9.4.2.7 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

The CPS shall comply with performance criterion A of Table 14.

9.4.2.8 Voltage dips and short-time interruptions

Subclause 9.4.2.8 of IEC 60947-1:2020 applies with the performance criterion C of Table 14 except for 0,5 cycle and 1 cycle for which the performance criterion B of Table 14 applies.

Only the overall performance of Table 14 apply. During the test, the CPS may open temporally but it shall remain fully operational without reset after the test.

9.4.2.9 Harmonics

9.4.2.9.1 Current harmonics

This test applies only for CPS equipped with electronic short-circuit protection.

1) Test currents

The test current waveform shall consist of one of the following two options:

- option a): two waveforms applied successively:
 - a waveform consisting of a fundamental and a third harmonic component;
 - a waveform consisting of a fundamental and a fifth harmonic component.
- option b): a waveform consisting of a fundamental and a third, fifth and seventh harmonic component.

Test currents shall be:

- for option a):
 - test of the third harmonic and peak factor
 - 72 % of fundamental component $\leq$ third harmonic $\leq$ 88 % of fundamental component;
 - peak factor: $2,0 \pm 0,2$;
 - test of the fifth harmonic and peak factor
 - 45 % of fundamental component $\leq$ fifth harmonic $\leq$ 55 % of fundamental component;
 - peak factor: $1,9 \pm 0,2$;
- for option b):
 - the test current, for each period, consists of two equal opposite half-waves defined as follows:
 - current conduction time, for each half-wave is ≤ 21 % of the period;
 - peak factor: $\geq 2,1$.

NOTE 1 The test currents can be generated by a source of power based on the utilization of thyristors (see Figure 5), saturated cores, programmable power supplies or other appropriate sources.

NOTE 2 The peak factor is the peak value of the current divided by the RMS value of the current wave. For the relevant formula, see Figure 5.

NOTE 3 This test current for option b) has at least the following harmonic content of the fundamental component:

- third harmonic > 60 %;
- fifth harmonic > 14 %;
- seventh harmonic > 7 %.

Higher harmonics can also be present.

NOTE 4 The test current waveform for option b) can be produced, for example, by two back-to-back thyristors (see Figure 5).

NOTE 5 The test currents $0,9 I_R$ and $2,0 I_R$ (see performance criterion A) are the RMS values of the composite waveforms.

2) Test procedure

The tests shall be performed on any two-phase poles in series, chosen at random in accordance with 8-2.1.5.1 carrying the test current at any convenient voltage. For phase-loss sensitive relay or release, the three poles shall be connected in series or in three-phase.

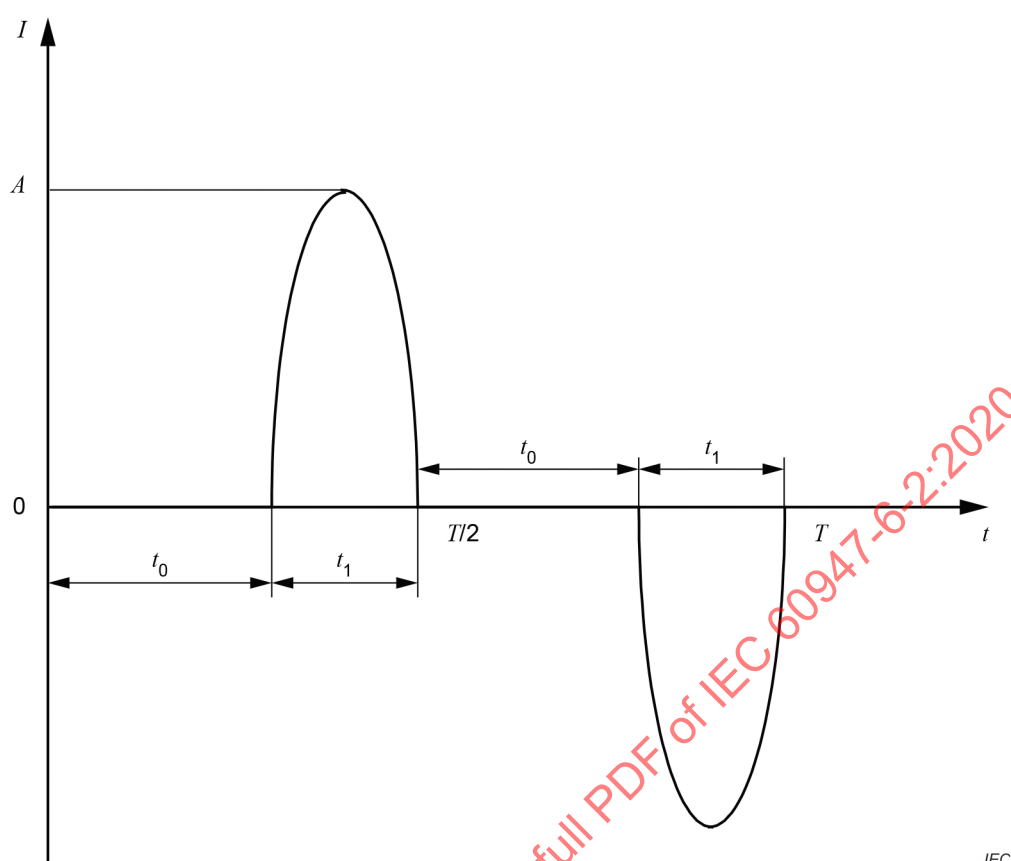
The residual current sensing function according to Annex T of IEC 60947-1:2020 shall be disabled. A sample with this function disabled may be provided for this test.

Under-voltage releases, if any, shall either be energized or disabled. All other auxiliaries shall be disconnected during the test.

The duration of the test to verify the immunity to unwanted tripping (at 0,9 times the current setting) shall be 10 times the tripping time which corresponds to twice the current setting.

The CPS shall comply with criterion A of Table 14.

NOTE 6 Current waveform asymmetry, typically in case of failure of a power semiconductor connected on the network, is creating a significant unbalance and can affect the current detection of an electronic overload protection and therefore a true RMS measurement is relevant.

**Key** A peak current T period t_1 conducting time during each half-cycle t_0 delay time

$$\text{Peak factor} = \frac{A}{\sqrt{\frac{2}{T} \int_0^{T/2} i^2(t) dt}}$$

Figure 5 – Representation of test current produced by back-to-back thyristors**9.4.2.9.2 Current dips and short time interruptions**

This test applies only for CPS equipped with electronic short-circuit protection.

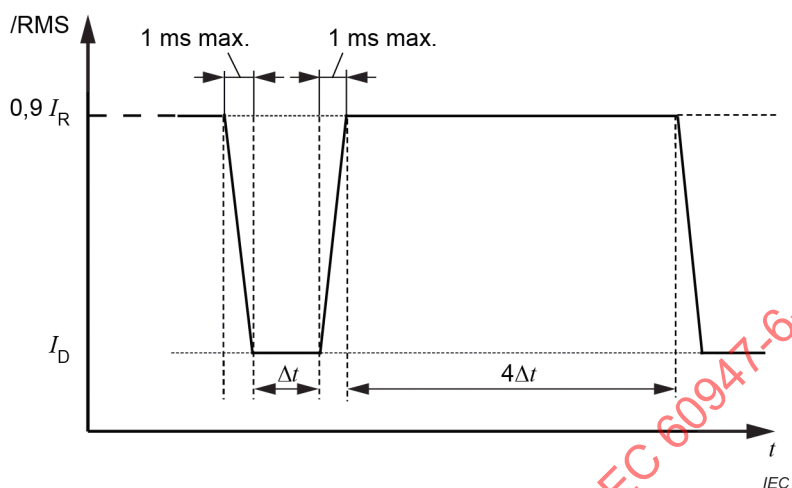
A CPS is inherently responsive to dips and short-time interruptions on the control supply; it shall react within the limits of 8.2.1.2, and this is verified by the operating limits tests given in 9.3.3.2.

1) Test procedure

The tests shall be performed on any two-phase poles in series, chosen at random. For phase-loss sensitive relay or release, the three poles shall be connected in series or in three-phase.

The tests shall be performed with a sinusoidal current at any convenient voltage. The current shall be applied according to Figure 6 and to Table 16 where I_R is the setting current, I_D is the dip test current and T is the period of the sinusoidal current.

The duration of each test shall be between three and four times the maximum tripping time corresponding to twice the current setting, or 10 min, whichever is the lower.



Key

I_R setting current

I_D dip test current

Δt dip time

$4\Delta t$ dwell time

Figure 6 – Test current for the verification of the influence of the current dips and interruptions

Table 16 – Test parameters for harmonics and interruptions

Test n°	I_D	Δt
1	0	0,5 T
2		1 T
3		5 T
4		25 T
5		50 T
6	0,4 I_R	10 T
7		25 T
8		50 T
9	0,7 I_R	10 T
10		25 T
11		50 T

2) Test results

The CPS shall comply with criterion B of Table 14.

9.4.3 Emission

9.4.3.1 General

Subclause 9.4.3 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

If a control port is intended for connection to a fieldbus, then the port shall comply with the conducted emission requirements of the relevant standard for that fieldbus.

If a process measurement and control port is intended for connection to a public telecommunication network, then this port shall be regarded as a telecommunication port. The conducted emission requirements of CISPR 32, class B apply to that port.

9.4.3.2 Conducted radio-frequency emission tests

A description of the test, the test method and the test set-up are given in Clause 7 of CISPR 11:2015, CISPR 11:2015/AMD1:2016 and CISPR 11:2015/AMD2:2019.

It shall be sufficient to test two samples from a range of CPS's of different power ratings which represent the highest and lowest power ratings of the range.

To pass the test, the equipment shall not exceed the levels given in Table 17.

Table 17 – Terminal disturbance voltage limits for conducted radio-frequency emission (for mains ports)

Frequency band MHz	Environment A dB(∞V)	Environment B dB(∞V)
0,15 to 0,5	79 quasi-peak 66 average	66 to 56 quasi-peak 56 to 46 average (decrease with log of frequency)
0,5 to 5,0	73 quasi-peak 60 average	56 quasi-peak 46 average
5 to 30	73 quasi-peak 60 average	60 quasi-peak 50 average
NOTE Limits in accordance with CISPR 11:2015, CISPR 11:2015/AMD2:2019, CISPR 11:2015/AMD1:2016 Group 1 for mains input ports and total rated power less than 20 kVA.		

9.4.3.3 Radiated radio-frequency emission tests

The description of the test, the test method and the test set-up are given in Clause 7 of CISPR 11:2015, CISPR 11:2015/AMD1:2016 and CISPR 11:2015/AMD2:2019.

NOTE In the USA, digital devices with power consumption less than 6 mW are exempt from RF emission tests.

It shall be sufficient to test a single representative sample from a range of CPS of different power ratings. The emission shall not exceed the levels given in Table 18.

Table 18 – Radiated emission test limits

Frequency range MHz	Environment A ^a Quasi-peak dB (µV)			Environment B ^a Quasi-peak dB (µV)	
	at 30 m	at 10 m	at 3 m	at 10 m	at 3 m
30 to 230	30	40	50	30	40
230 to 1 000	37	47	57	37	47

^a Tests may be carried out at 3 m distance only to small equipment (equipment, either positioned on a table top or standing on the floor which, including its cables fits in a cylindrical test volume of 1,2 m in diameter and 1,5 m above the ground plane).

9.5 Test sequences

9.5.1 General

CPS's shall be tested according to the sequences given in Table 19. For each sequence, the tests shall be made in the order listed.

Table 19 – Test sequences

Test sequence N°	Tests	Test Sub- clause	Perfor- mance Sub- clause	U_e/I_e	U_e/I_{cs}	Test sample		Setting of release ^c
						Quantity	No. ^d	
I	– Temperature-rise (for I_e maximum)	9.5.2.2	8.2.2			1 ^f		
	– Operation	9.5.2.3	8.2.1					
	– Operating limits	9.5.2.4	8.2.1					
	– Dielectric properties	9.5.2.5	8.2.3					
II	– Rated making and breaking capacity	9.5.3.2	8.2.4.1	e		1 ^f		
	– Conventional operational performance electrical-mechanical	9.5.3.3	8.2.4.2 (a + c)					
	– Dielectric withstand verification	9.5.3.4	9.3.3.4					
III	– Operational performance at U_e/I_e	9.5.4.2	8.2.4.2 b)			2	1	Max.
	– Rated breaking capacity at I_{cr}	9.5.4.3	8.2.5 a)					
	– Operational performance at U_e/I_e	9.5.4.2	8.2.4.2 b)					
	– Dielectric withstand verification	9.5.4.5	9.3.3.4					
	– Overload releases verification	9.5.4.6	8.2.1.5	e				
	– Rated breaking capacity at I_r	9.5.4.3	8.2.5 a)					
	– Dielectric withstand verification	9.5.4.5	9.3.3.4				2	
	– Overload releases verification	9.5.4.6	8.2.1.5					
	– Operational performance U_e/I_e	9.5.5.2	8.2.4.2b)	e				

Test sequence N°	Tests	Test Sub-clause	Performance Sub-clause	U_e/I_e	U_e/I_{cs}	Test sample		Setting of release ^c
						Quantity	No. ^d	
IV	– Rated service short-circuit breaking capacity at I_{cs}	9.5.5.3	8.2.5a)		1	1 ^a		Max.
	– Operational performance at U_e/I_e	9.5.5.2	8.2.4.2b)		2	2 ^b	1	Max.
	– Dielectric withstand verification	9.5.5.5	9.3.3.4				2	Max.
	– Temperature-rise verification	9.5.5.6	8.2.2					
	– Overload releases verification	9.5.5.7	8.2.1.5		>3	3 ^b	1 2 3	Max. Max. Min.
V g	– Additional breaking capacity	9.5.6.2	8.2.5b)					
	– Dielectric withstand verification	9.5.6.4	9.3.3.4					Max.
VI h	– Short-circuit breaking capacity	9.5.7.2	8.2.5c)			1	1	Max.
	– Dielectric withstand verification	9.5.7.4	9.3.3.4					
VII i	– Rated service short-circuit breaking capacity at I_{cs}	9.5.8.2	8.2.5a)					
	– Dielectric withstand verification	9.5.8.4	9.3.3.4			1	1	Max.
VIII j	EMC	9.5.9	8.3					
^a In the case of CPS's having line and load terminals not identified and having fixed or sealed trip units (see 8.1.8.2), and additional sample shall be tested with the connections reversed. ^b In the case of CPS's having line and load terminals not identified and having fixed or sealed trip units (see 8.1.8.2), one of the samples shall be tested with the connections reversed. ^c Over-current release settings if adjustable. ^d Number of sample if multiple rating of I_{cs}, related to U_e: Number 1 U_e max / corresponding I_{cs} Number 2 I_{cs} max / corresponding U_e Number 3 intermediate values of U_e/I corresponding I_{cs} ^e In accordance with 9.3.2.1, rated values U_e/I_e may be assigned to some utilization categories without test or with a restricted number of tests and/or samples when tests of equivalent or higher severity have already been made. ^f In sequences I and II, the same sample may be used. ^g See 8.2.5; Test at U_e max. ^h Applicable to four-pole CPS's only. ⁱ Applicable to CPS's intended for use in an individual enclosure. ^j If applicable (8.3).								

9.5.2 Test sequence I: temperature-rise, operating limits, dielectric properties

9.5.2.1 General

Test sequence I includes the following:

- temperature-rise test (9.5.2.2);
- operation test (9.5.2.3);

- operating limits test (9.5.2.4);
- dielectric properties test (9.5.2.5);
- verification of main contact position for CPS suitable for isolation (9.5.2.6).

9.5.2.2 Temperature-rise test

The temperature-rise test shall be made at the conventional thermal current according to 9.3.3.3. At the end of the test, the values of temperature-rise shall not exceed those specified in Table 15 of this document, Table 3 of IEC 60947-1:2020 and Table 6.

During the test, coils of under-voltage releases, where applicable, shall be supplied at one rated frequency and corresponding voltage, chosen at random. Additional tests to verify coils at other rated frequencies and voltages shall be made outside the sequence.

9.5.2.3 Operation test

Tests shall be made when the CPS is installed as specified in 9.3.2.1, in accordance with 8.2.1.1 for the following purposes:

- to verify tripping of the CPS with the closing device energized;
- to verify trip free operation of the CPS when the closing operation is initiated with the tripping device actuated;
- to verify that the operation of an external power-operated device when the CPS is already closed shall neither cause damage to the CPS nor endanger the operator;
- to verify that the operation of resetting shall not close the CPS in the absence of a closing command.

If the CPS is fitted with combined opening (stop) and reset actuating mechanisms, with the CPS closed, the resetting mechanism shall be operated and this shall cause the CPS to open.

If the CPS is fitted with either a reset or a stop-reset mechanism only or separate opening (stop) and reset actuating mechanisms, with the CPS closed and the resetting mechanism in the reset position, the tripping mechanism shall be operated and the CPS shall open.

NOTE These tests verify that the overload tripping action cannot be defeated by holding the reset mechanism in the reset position.

With the CPS loaded as for the temperature-rise test of the main circuit and the equilibrium temperature having been reached, the CPS shall be operated by its normal means three times in quick succession. The CPS shall not trip due to shock caused by the operation.

The mechanical operation of a CPS may be checked under no-load condition.

For a CPS with stored energy operation it shall be verified that the moving contacts cannot be moved from the open position when the operating mechanism is charged to slightly below the full charge, as evidenced by the indicating device.

If the closing and opening times of a CPS are stated by the manufacturer, such times shall comply with the stated values.

9.5.2.4 Operating limits tests

9.5.2.4.1 General

Tests shall be made as specified in 9.3.3.2.

9.5.2.4.2 Power operated CPS's

CPS's shall be tested to verify their performance according to the requirements given in 8.2.1.2.

A CPS with dependent power operation shall be operated with operating mechanism charged to the minimum and maximum limits stated by the manufacturer.

9.5.2.4.3 Relays or releases

a) Operation of shunt releases

Shunt releases shall be tested for compliance with the requirements of 8.2.1.4.

b) Operation of under-voltage relays or releases

Under voltage relays or releases shall be tested for compliance with the requirements of 8.2.1.3. Each limit shall be verified three times. For the drop-out test, the voltage shall be reduced from the rated value to zero at a uniform rate in approximatively 1 min.

c) Operation of over-current relays or releases

i) Opening under overload conditions

Instantaneous or definite time-delay relays or releases (types a) and b) in 5.7.2.3.1)

Operation shall be verified at 90 % and 110 % of the nominal tripping current of the relay or release. The test current shall have no asymmetry.

At a test current having a value equal to 90 % of the nominal value of the tripping current, the CPS shall not trip, the current being maintained:

- for 0,2 s in the case of instantaneous relays or releases;
- for an interval of time equal to twice the time-delay stated by the manufacturer in the case of definite time-delay relays or release.

At a test current having a value equal to 110 % of the nominal tripping current, the CPS shall trip:

- within 0,2 s in the case of instantaneous relays or releases;
- within an interval of time equal to twice the time-delay stated by the manufacturer in the case of definite time-delay relays or releases.

The operation of multipole relays or releases shall be verified with all poles loaded simultaneously with the test current.

Inverse time-delay relays or releases (type c) in 5.7.2.3.1)

It shall be verified that relays and releases operate according to the requirements of 8.2.1.5.1 with all poles energized.

Moreover, the characteristics defined in 8.2.1.5.1.1 shall be verified by tests at -5°C , $+20^{\circ}\text{C}$, $+40^{\circ}\text{C}$ and may be verified at minimum and maximum temperatures given by the manufacturer if larger. However, for relays or releases declared compensated for ambient temperature, in case of a temperature range declared by the manufacturer larger than those given in Figure 1, the characteristics at -5°C and/or $+40^{\circ}\text{C}$ need not be verified if, when tested at the declared minimum and maximum temperatures, the corresponding tripping current values are in compliance with the limits specified for -5°C and/or $+40^{\circ}\text{C}$ in Figure 1.

For electronic overload relays or releases, the thermal memory test verification of 8.2.1.5.1.2 shall be carried out at $+20^{\circ}\text{C}$.

Three-pole thermal or electronic overload relays energized on two poles only shall be tested as stated in 8.2.1.5.1.1 on all combinations of poles and at the maximum and minimum current settings for relays with adjustable settings.

ii) Opening under short-circuit conditions

Instantaneous or definite time-delay relays or releases (items a) and b) in 5.7.2.3.2)

- a) The operation of over-current relays or releases intended for protection against short-circuits shall be verified at 80 % and 120 % of the short circuit current setting

of the relays or release. The test current shall have no asymmetry. At a test current having a value equal to 80 % of the short-circuit current setting, the CPS shall not trip, the current being maintained:

- for 0,2 s in the case of instantaneous relays or releases;
- for an interval of time equal to twice the time-delay stated by the manufacturer, in the case of definite time-delay relays or releases.

At a test current having a value equal to 120 % of the short-circuit current setting, the CPS shall trip:

- within 0,2 s in the case of instantaneous relays or releases;
- within an interval of time equal to twice the time-delay stated by the manufacturer, in the case of definite time-delay relays or releases.

The operation of multipole opening relays or releases shall be verified with two poles in series using all possible combinations of poles having a short circuit release.

b) In addition, the operation of the short circuit releases, shall be verified individually on each pole at the value of the single pole tripping current published by the manufacturer; tripping shall occur:

- within 0,2 s in the case of instantaneous relays or releases;
- within an interval of time equal to twice the time-delay stated by the manufacturer, in the case of definite time-delay relays or releases.

iii) *Additional test for the time-delay of definite time-delay relays or releases* (types b) in 5.7.2.3.1 and 5.7.2.3.2).

Opening time

This test is made at a current value equal to 1,5 times the current setting:

- with all the poles loaded, in the case of overload relays or release (type b) in 5.7.2.3.1);
- with two poles in series using all possible combinations successively carrying the test current, in the case of short-circuit relays or releases (type b) in 5.7.2.3.2).

The opening time measured shall be between the limits of the time-delay stated by the manufacturer.

Non-tripping duration

This test is made under the same conditions as for the above test.

Firstly, the current is maintained for a time interval equal to the non-tripping duration stated by the manufacturer; then, the current is reduced to the rated current and maintained at this value for twice the nominal time-delay stated by the manufacturer. The CPS shall not trip.

iv) *Under-current relays in automatic change-over*

The limits of operation shall be verified in accordance with 8.2.1.5.3.

v) *Stall relay or release*

The limits of operation shall be verified in accordance with 8.2.1.5.4.

For current sensing stall relays or releases, the verification shall be made for the minimum and for the maximum set current values and for the minimum and maximum stall inhibit time (four settings).

For stall relays or releases operating in conjunction with a rotation sensing mean, the verification shall be made for the minimum and maximum stall inhibit time. The sensor can be simulated by an appropriate signal on the sensor input of the stall relay or release.

vi) *Jam relay or release*

The limits of operation shall be verified in accordance with 8.2.1.5.5.

The verification shall be made for the minimum and for the maximum set current values and for the minimum and maximum jam inhibit time (four settings).

For each of the four settings, the test shall be made under the following conditions:

- apply a test current of 95 % of the set current value. The jam relay or release shall not trip;
- increase the test current to 120 % of the set current value. The jam relay or release shall trip according to the requirements given in 8.2.1.5.5.

9.5.2.5 Dielectric properties test

The CPS shall be tested in accordance with 9.3.3.4.

9.5.2.6 Verification of main contact position for CPS suitable for isolation

For CPS suitable for isolation, a test shall be made to verify the effectiveness of the indication of the main contact position in accordance with 9.2.6 of IEC 60947-1:2020.

9.5.3 Test sequence II: performance under normal load and overload conditions

9.5.3.1 General

Test sequence II includes the following:

- rated making and breaking capacity test (9.5.3.2);
- conventional operational performance test (9.5.3.3);
- dielectric withstand verification (9.5.3.4).

9.5.3.2 Rated making and breaking capacity test

The CPS shall be tested in accordance with 9.3.3.5.

9.5.3.2.1 Rated making and breaking capacity for utilization categories other than AC-4 (e.g. direct-on-line CPS's)

Item 1) of 9.3.3.5.5 applies.

9.5.3.2.2 Rated making and breaking capacity for utilization category AC-4 (e.g. direct-on-line and reversing CPS's with plugging capability)

Item 2) of 9.3.3.5.5 applies.

9.5.3.2.3 Behaviour of the CPS during and condition after the making and breaking, change-over and reversing tests

The conditions of 9.3.3.5.6 shall be met.

9.5.3.3 Conventional operational performance test

9.5.3.3.1 General

The CPS shall be tested in accordance with 9.3.3.6

9.5.3.3.2 Conventional operational performance for utilization categories other than AC-4 (e.g. direct-on-line and two direction CPS's)

The CPS shall make and break the currents corresponding to its utilization category and for the number of operations given in Table 10.

9.5.3.3.3 Conventional operational performance for utilization category AC-4 (e.g. direct-on-line and reversing CPS's with plugging capability)

The CPS shall make and break the currents corresponding to its utilization category and for the number of operations given in Table 10.

For reversing CPS's with plugging capability, each sequence shall be:

Close A – open A – close B – open B – OFF period

The change-over from "open A" to "close B" shall be made as fast as the normal control system will allow.

9.5.3.3.4 Behaviour of the CPS during and after the conventional operational performance tests

The conditions of 9.3.3.5.6 shall be fulfilled.

9.5.3.4 Dielectric withstand verification

The dielectric withstand shall be verified in accordance with 9.3.3.4.

For CPS suitable for isolation, the leakage current shall be measured in accordance with 9.3.3.4.1 except that the leakage current shall not exceed 2 mA.

9.5.4 Test sequence III: operational performance before and after operating sequences at conventional prospective current I_{cr} and conventional prospective current "r" test

9.5.4.1 General

Test sequence III includes the following:

Test on the first sample:

- operational performance test at U_e/I_e (9.5.4.2);
- rated breaking capacity at conventional prospective current I_{cr} , with the operating sequence O – t – CO – t – CO – t – O – t – rCO – t – rCO;
- operational performance test at U_e/I_e (9.5.4.2);
- dielectric withstand verification (9.5.4.5);
- overload releases verification (9.5.4.6).

Test on the second sample:

- rated breaking capacity at conventional prospective current "r" with the operating sequence O – t – CO – t – rCO;
- dielectric withstand verification (9.5.4.5);
- overload releases verification (9.5.4.6).

NOTE With the agreement of the manufacturer, the tests can be made on one sample.

9.5.4.2 Operational performance test

Before and after the test at I_{cr} on the first sample, the CPS shall be tested in accordance with 8.2.4.2 b) and 9.3.3.6.

9.5.4.3 Test at prospective conventional currents I_{cr} and I_r

A short-circuit test is made under the general conditions of 9.3.3.7 with the values of conventional prospective currents I_{cr} and I_r in accordance with 8.2.5 a).

The operating sequence shall be according to 9.5.4.

9.5.4.4 Behaviour of the CPS during and after the tests at I_{cr} and I_r

Subclause 9.3.4.2 applies.

9.5.4.5 Dielectric withstand verification

The dielectric withstand shall be verified according to 9.5.3.4.

9.5.4.6 Overload releases verification

Following the test of 9.5.4.5, the operation of overload releases shall be verified according to 8.2.1.5 at the reference temperature and at any convenient voltage. For inverse time-delay overload relay, it shall be verified:

- at 1,2 times the values of their current setting for utilization categories AC-3, AC-3e, AC-4, DC-3 and DC-5;
- at 1,45 times the values of their current setting for utilization categories AC-40, AC-1, AC-5a, AC-5b, DC-40, DC-1 and DC-6.

For this test, all poles shall be connected in series. Alternatively, this test may be made using a 3-phase supply.

Tripping shall occur within 2 h.

9.5.5 Test sequence IV: operational performance before and after operating sequences at I_{cs}

9.5.5.1 General

Test sequence IV includes the following:

- operational performance test (9.5.5.2);
- test at short-circuit current I_{cs} (9.5.5.3);
- dielectric withstand verification (9.5.5.5);
- temperature-rise verification (9.5.5.6);
- overload releases verification (9.5.5.7).

9.5.5.2 Operational performance test

Before and after the test of 9.5.5.3, the CPS shall be tested in accordance with 9.3.3.6 with test parameters given in Table 11.

9.5.5.3 Rated service short-circuit breaking capacity test at I_{cs}

A short-circuit test is made under the general conditions of 9.3.3.7 with a value of prospective current I_{cs} (see 5.3.6), as declared by the manufacturer.

The power-factor for this test shall be according to Table 16 of IEC 60947-1:2020.

The operating sequence shall be: O – t – CO – t – rCO (see 9.3.4.1.6).

NOTE In the USA and Canada, minimum values of service short-circuit breaking capacity (I_{cs}) are specified and an additional test sequence is performed to verify the single pole interrupting capability of multi-pole CPS's corresponding to the minimum specified value of the short-circuit breaking capacity and the corresponding phase-to-phase voltage for CPS's marked with phase-to-phase voltage only or phase-to neutral voltage for CPS's marked with phase-neutral/phase-phase voltage.

9.5.5.4 Behaviour of the CPS during and after the test at I_{cs}

Subclause 9.3.4.2 applies.

9.5.5.5 Dielectric withstand verification

The dielectric withstand shall be verified according to 9.5.3.4.

9.5.5.6 Temperature-rise verification

The temperature-rise at the terminals shall be verified at the rated operational current corresponding to the utilization category according to 9.3.3.3.1 to 9.3.3.3.4. The temperature-rise shall not exceed the values given in Table 5.

9.5.5.7 Overload releases verification

Following the test, of 9.5.5.6, the operation of overload releases shall be verified in accordance with 9.5.4.6.

9.5.6 Test sequence V: additional breaking capacity

9.5.6.1 General

Test sequence V includes the following:

- additional breaking capacity test (9.5.6.2);
- dielectric withstand verification (9.5.6.4).

9.5.6.2 Additional breaking capacity test

The CPS shall break the test current stated in 8.2.5 b) at the rated operational voltage U_e and the power factor or time-constant according to Table 16 of IEC 60947-1:2020.

The operating sequence shall be O – t – O – t – O.

9.5.6.3 Behaviour of the CPS during and after the additional breaking capacity test

The requirements of 9.3.3.5.6 shall be met.

9.5.6.4 Dielectric withstand verification

The electric withstand shall be verified according to 9.5.3.4.

9.5.7 Test sequence VI: additional test sequence for four-pole CPS's

9.5.7.1 General

Test sequence VI includes the following:

- short-circuit breaking capacity test (9.5.7.2);
- dielectric withstand verification (9.5.7.4).

9.5.7.2 Short-circuit breaking capacity test

Four-pole CPS having a fourth-pole of reduced short-circuit rating shall pass the additional test of 9.3.4.1.6, item b).

The operating sequence shall be O – t – CO – t – rCO.

9.5.7.3 Behaviour of the CPS during and after the short circuit breaking capacity test

Subclause 9.3.4.2 applies.

9.5.7.4 Dielectric withstand verification

The dielectric withstand shall be verified according to 9.5.3.4.

9.5.8 Test sequence VII: additional test sequence for CPS's intended for use in an individual enclosure

9.5.8.1 General

Test sequence VII includes the following:

- rated service short-circuit breaking capacity test at I_{cs} (9.5.8.2);
- dielectric withstand verification (9.5.8.4).

9.5.8.2 Rated service short-circuit breaking capacity test at I_{cs}

CPS intended for use in an individual enclosure shall pass the additional test of 9.3.4.1.1 in the smallest individual enclosure stated by the manufacturer at the rated operational voltage U_e and the power-factor or time-constant according to Table 16 of IEC 60947-1:2020.

The test current shall be equal to the rated service short-circuit breaking capacity I_{cs} of the CPS corresponding to U_e max.

The operating sequence shall be O – t – CO – t – rCO.

9.5.8.3 Behaviour of the CPS during the rated service short-circuit breaking capacity test at I_{cs}

Subclause 9.3.4.2 applies.

9.5.8.4 Dielectric withstand verification

The dielectric withstand shall be verified according to 9.5.3.4.

9.5.9 Test sequence VIII: EMC

The CPS shall be tested in accordance with 9.4.

9.6 Routine tests

9.6.1 General

To ensure the compliance of the equipment during its useful life based on the type test, the manufacturer should consider how to maintain the expected characteristic variations of the equipment within appropriate margins.

Routine tests shall be carried out under conditions the same as, or equivalent to those specified for type tests in the relevant parts of 9.1.2. However, the limits of operation in 9.5.2.4 may be verified at the prevailing ambient air temperature.

9.6.2 Operation and operating limits

Tests are carried out to verify operation within the limits specified in 8.2.1.

NOTE 1 In these tests, it is optional to reach thermal equilibrium. The lack of thermal equilibrium can be compensated by using a series resistor or by appropriately decreasing the voltage limit.

Tests shall be made to verify the calibration of relays or releases. In the case of a time-delay overload relay or release, this may be a single test with all poles equally energized at a multiple of the current setting, to check that the tripping time conforms (within tolerances) to the curves supplied by the manufacturer; in the case of an instantaneous overload relay or release, the test shall be carried out at 1,1 times the current setting. For under-current relay, stall relay or release and jam relay or release, tests shall be carried out to verify the proper operation of these relays (see 8.2.1.5.3, 8.2.1.5.4 and 8.2.1.5.5).

NOTE 2 In the case of a time-delay overload relay or release comprising a time-delay device working with a fluid dashpot, calibration can be carried out with the dashpot empty at a percentage of the current setting indicated by the manufacturer and capable of being justified by a special test.

9.6.3 Dielectric tests

The dielectric withstand shall be verified in accordance with 9.3.3.4.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-2:2020

Annex A (normative)

Special tests

A.1 General

Special tests are made at the discretion of the manufacturer.

A.2 Mechanical durability

A.2.1 General

By convention, the mechanical durability of a design of CPS is defined as the number of no-load operating cycles which would be attained or exceeded by 90 % of all the apparatus of this design before it becomes necessary to service or replace any parts (including electronic parts of electronically controlled electromagnet and any mechanical part); however, normal maintenance according to the information given by the manufacturer (including replacement of contacts), as specified in A.2.2.1 and A.2.2.2, is permitted.

The preferred numbers of no-load operating cycles, expressed in millions are:

0,001 – 0,003 – 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 – 1 – 3 and 10.

A.2.2 Verification of mechanical durability

A.2.2.1 Condition of the CPS for tests

The CPS shall be installed as for normal service; in particular, the conductors shall be connected in the same manner as for normal use.

During the test, there shall be no voltage or current in the main circuit.

A.2.2.2 Operating conditions

The control circuits shall be supplied at their rated voltage and, if applicable, at their rated frequency.

If a resistance or an impedance is provided in series with the coils, whether short-circuited or not during the operation, the tests shall be carried out with these elements connected as in normal operation.

A.2.2.3 Test procedure

- a) The tests are carried out at the frequency of operations corresponding to the class of intermittent duty. However, if the manufacturer considers that the CPS can satisfy the required conditions when using a higher frequency of operations, he may do so.
- b) For CPS's provided both with remote and manual control means, the operations shall be made through remote control means on one sample and through manual control means on another sample.
- c) In the case of electromagnetic CPS's, the duration of energization of the control coil shall be greater than the time operation of the CPS and the time for which the coil is not energized shall be of such a duration that the CPS can come to reset at both extreme positions.
- d) The number of operating cycles to be carried out shall be not less than the number of no-load operating cycles stated by the manufacturer.

- e) For CPS fitted with releases shunt coils or under-voltage releases, at least 10 % of the total number of opening operations shall be performed by these releases.

A.2.2.4 Results to be obtained

Following the tests for mechanical durability, the CPS shall still be capable of complying with the operating conditions specified in 8.2.1.2 and 9.3.3.2 at room temperature.

Any timing relays or other devices for the automatic control shall still be operating.

A.2.2.5 Statistical analysis of test results for CPS

The mechanical durability of a CPS design is assigned by the manufacturer and verified by a statistical analysis of the results of this test.

For CPS's which are produced in small quantities, the tests described in A.2.2.6 and A.2.2.7 do not apply. However, for CPS which are produced in small quantities and which also differ from a basic design only by detailed variations (i.e. without any significant variation) without notable influence on characteristics, the manufacturer may assign mechanical durability on the basis of experience with similar designs, analysis, properties of materials, etc., and on the basis of the analysis of test results on large scale production of the same basic design.

After this assignment, a test shall be performed. The test is one or the other of the two described below, selected by the manufacturer as most suitable in each case, for example according to the quantities of planned production or according to the conventional thermal current.

NOTE This test is not intended to be a batch-by-batch or production acceptance test for application by the user.

A.2.2.6 Single 8 test

Eight CPS's shall be tested to the assigned mechanical durability.

If the number of failures does not exceed two, the test is considered passed.

A.2.2.7 Double 3 test

Three CPS's shall be tested for the assigned mechanical durability.

The test is considered passed if there is no failure, and failed if there is more than one failure. Should there be one failure, three additional CPS are tested up to assigned mechanical durability and providing there is no additional failure, the test is considered passed. The test is failed if at any time there is a total of two or more failures.

NOTE The single 8 test and the double 3 test are both given in ISO 2859-1:1999 (see Tables 10-D-2 and 10-C-2).

These two tests were chosen with the objectives of basing them on testing a limited number of CPS's and on essentially the same statistical characteristics (acceptance quality level: 10 %).

A.2.2.8 Other methods

Other methods given in ISO 2859-1 can also be used. The maximum acceptance quality level shall be 10 %. The chosen method shall be indicated in the test report. Methods given in IEC 61649 may also be used.

NOTE The single 8 test and the double 3 test are both given in ISO 2859-1:1999 (see Table 10-C-2 and Table 10-D-2). These two tests have been chosen with the objective of basing them on testing a limited number of CPS's on essentially the same statistical characteristics (acceptance quality level: 10 %).

A.3 Electrical durability

With respect to its resistance to electrical wear, a CPS is by convention characterized by the number of on-load operating cycles, corresponding to the several utilization categories given in Table 11 which can be made without repair or replacement.

The manufacturer may give values of electrical durability obtained

- under normal load and overload conditions
- after short-circuit (after operation cycles $O - t - CO - t - rCO$ at I_{cs}).

For categories AC-3, AC-3e and AC-4, the test circuit shall comprise inductors and resistors so arranged as to give the appropriate values of current, voltage, power-factor given in Table 11 and, moreover for AC-4, the test circuit for testing the making and breaking capacity shall be used, see 9.3.3.5.

The operating cycle (ON-time and OFF-time) shall be chosen by the manufacturer.

The test shall be taken as valid if the values recorded in the test report are not less than 95 % of the values specified for current and voltage.

Tests shall be carried out with the CPS under the appropriate conditions of A.2.2.1 and A.2.2.2 using the test procedure, where applicable, of A.2.2.3, except that replacement of contacts is not permitted.

After the test, the CPS shall fulfil the operating conditions specified in 9.3.3.2 and withstand a dielectric test voltage given in 9.3.3.4.1, item 4) b), of IEC 60947-1:2020, and applied as in 9.3.3.4.1, item 4), of IEC 60947-1:2020; the test voltage being applied only:

- between all poles connected together and the frame of the CPS, and
- between each pole and all the other poles connected to the frame of the CPS.

Annex B
(xxx)

Vacant

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-2:2020

Annex C (normative)

Marking and identification of CPS terminals

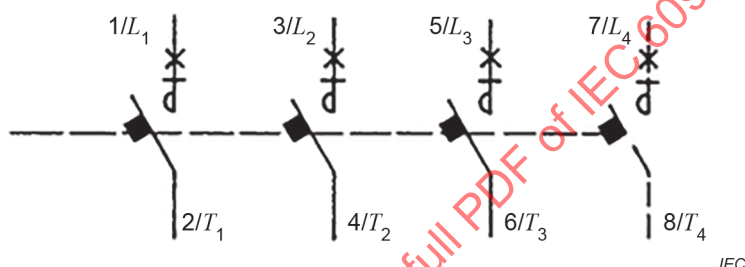
C.1 General

Annex L of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

C.2 Marking and identification of terminals of main circuits

C.2.1 General

The terminals of the main circuits shall be marked by single figure numbers and an alphanumeric system.



NOTE The present two alternative methods of marking, i.e. 1-2 and L1-T1 respectively will be progressively superseded by the new method above.

Alternatively, terminals may be identified on the wiring diagram supplied with the device.

C.2.2 Marking and identification of terminals of auxiliary circuits

For terminals of the auxiliary circuits of over-current protective devices the sequence numbers 9 and 0 are preferred and, in every case, auxiliary terminals shall be identified on the wiring diagram supplied with the CPS.

Annex D (informative)

Items subject to agreement between manufacturer and user

NOTE For the purpose of this annex:

- *agreement* is used in a very wide sense;
- *user* includes testing stations.

Annex J of IEC 60947-1:2020 applies, as far as covered by clauses and subclauses of this document, with the following additions:

Clause or subclause number of this document	Item
5.3.4 Note	Overload protection for intermittent duty.
5.4.2	Types of utilization other than the utilization categories defined in Table 1.
5.7.2.4	Use of relays or releases other than those listed in 5.7.2.3.
8.2.2.7.3	Ratings of specially rated windings (to be stated by the manufacturer).
Table 8	Verification of the make conditions for AC-3, AC-3a and AC-4 when made during the make break test (manufacturer's agreement).
9.1.5	Special tests.
9.3.3.3.4	Testing method for temperature-rise-tests of four-pole CPS having a conventional thermal current higher than 63 A.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-2:2020

Annex E
(xxx)

Vacant

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-2:2020

Annex F (normative)

Requirements for auxiliary contact linked with power contact (mirror contact)

F.1 Application and object

F.1.1 Application

This annex applies to auxiliary contacts mechanically linked with power contacts of a CPS and designated as mirror contacts in order to avoid any confusion with mechanically linked contact elements covered by Annex L of IEC 60947-5-1:2016. However, that does not prevent a given auxiliary contact to comply with both requirements for mirror contact of this annex and for mechanically linked contact of Annex L of IEC 60947-5-1:2016.

NOTE 1 A typical application of mirror contacts is to have, in the machine control circuit, a highly reliable monitoring of the status of the CPS. However, mirror contact cannot be relied upon exclusively as a means to ensure the integrity of a safety function.

NOTE 2 Mirror contacts have previously been referred to as positively safety contacts, forced contacts, linked contacts or positively driven contacts.

NOTE 3 The meaning of “mechanically linked” is also applicable to additional contact blocks which can be mounted by the user.

F.1.2 Object

This annex provides additional specifications (definition, requirements and tests) which shall be used for stating the required design characteristics, marking and performance of mirror contact.

F.2 Terms and definitions

For the purposes of this annex, the following term and definition applies.

F.2.1

mirror contact

normally closed auxiliary contact which cannot be in closed position simultaneously with the normally open main contact under conditions defined in Clause F.7

Note 1 to entry One CPS may have more than one mirror contact.

F.3 Characteristics

All mirror contacts shall also comply with the relevant requirements given in IEC 60947-5-1:2016.

F.4 Product information

Clause 5 of IEC 60947-5-1:2016 applies with the following addition.

Mirror contacts shall be clearly identified:

- on the CPS itself, or
- in the manufacturer documentation, or
- both.

Where a symbol is used to identify a mirror contact, it shall be as shown in Figure F.1 according to IEC 60617-S01462:2003-08.



Figure F.1 – Mirror contact

F.5 Normal service, mounting and transport conditions

There are no supplementary requirements.

F.6 Constructional and performance requirements

Clause 7 of IEC 60947-5-1:2016 applies with the following addition.

When any of the main contacts is closed, no mirror contact shall be closed.

F.7 Tests

F.7.1 General

Clause 8 of IEC 60947-5-1:2016 applies with the following addition.

Tests according to both F.7.2 and F.7.3 shall be carried out.

F.7.2 Tests on products in a new condition

For each mirror contact, the test shall be carried out on m products, where m is the number of main contacts.

NOTE Depending on the product construction, the needed quantity m of products can be minimized based on engineering judgment for covering the worst cases.

A new product is used for testing each mirror contact with each of the main contacts.

The tests shall be carried out on products in a new and clean condition. The test procedure shall be as follows:

- a) To simulate the occurrence of welding on one main pole, one main contact shall be maintained in the closed position, e.g. by welding or gluing each point of contact (e.g. for double breaking contact, welding is carried out at the two contact points). The thickness of welding or gluing shall be such that the distance between contacts is not modified significantly and the method used shall be described in the test report.
- b1) With the operating coil de-energized, an impulse test voltage of 2,5 kV at sea level (correction should be made according to Table F.1 given below, calculated from Table 12 of IEC 60947-1:2020) shall be applied across the mirror contact. There shall be no disruptive discharge.

Table F.1 – Test voltage according to altitude

Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2,5 kV	2,37 kV	2,37 kV	2,29 kV	2,12 kV
NOTE This test ensures a minimum gap of 0,5 mm in accordance with Figure A.1, Figure A.2 and Figure A.3 of IEC 60664-1:2020 from which Table 13 of IEC 60947-1:2020 is issued.				

b2) As an alternative to item b1) above, with the operating coil de-energized, the gap of the contact shall be measured with direct means; it shall be more than 0,5 mm. In case of two or more contact gaps in series, the sum of contact gaps shall be more than 0,5 mm.

The sequences a) and b1) or b2) are repeated on new samples for each main contact welded successively.

F.7.3 Test after conventional operational performance (defined under Table 10)

At the end of the conventional operational performance tests according to 9.3.3.6, it shall be verified that, when the electromagnet is energized, the mirror contact shall withstand its rated insulation voltage U_i .

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-2:2020

Annex G (normative)

Test sequence for CPS's for IT systems

NOTE This test sequence is intended to cover the case of a second fault to earth in presence of a first fault on the opposite side of a CPS when installed in IT systems.

G.1 General

This test sequence applies to multipole CPS's for application on IT systems, in accordance with 4.3.2.1 of IEC 60947-2:2016; it comprises the following tests:

- individual pole short-circuit (I_{IT}) in G.2;
- verification of dielectric withstand in G.3;
- verification of overload releases in G.4.

G.2 Individual pole short circuit

A short-circuit test is made on the individual poles of a multipole CPS under the general conditions of 9.3.4.1, at a value of current I_{IT} equal to:

- 1,2 times the maximum setting of the short-time delay release tripping current or, in the absence of such a release, 1,2 times the maximum setting of the tripping current of the instantaneous release,
or, where relevant,
- 1,2 times the maximum setting of the definite time-delay release tripping current, but not less than 500 A nor exceeding 50 kA.

NOTE 1 The prospective current of the test circuit can have to be increased to ensure that the test current exceeds the actual short-time or instantaneous pick-up current, allowing for the impedance of the CPS and its connections.

NOTE 2 Values higher than I_{IT} can be tested instead and declared by the manufacturer.

The applied voltage shall be the phase-to-phase voltage corresponding to the maximum rated operational voltage of the CPS at which it is suitable for application on IT systems. The number of samples to be tested and the setting of adjustable releases shall be in accordance with Table G.1. The power factor shall be according to Table 16 of IEC 60947-1:2020, appropriate to the test current. When $I_{IT} = 50$ kA, the short-time or instantaneous pick-up setting shall be adjusted to the nearest setting lower than (50/1,2) kA.

Table G.1 – Individual pole

Number of marked U_e ratings			Number of samples	Current setting	Test voltage
1	2	Mul.			
X	X	X	1	Max.	U_e max

For 4-pole CPS's with a protected neutral pole, the test voltage for that pole shall be phase-to-phase voltage divided by $\sqrt{3}$. This test is applicable only where the construction of the protected neutral pole differs from that of the phase poles.

The test circuit shall be in accordance with 9.3.4.1.2 and Figure 9 of IEC 60947-1:2020, the supply S being derived from two phases of a three-phase supply, the fusible element F being connected to the remaining phase. The remaining pole or poles shall also be connected to this phase via the fusible element F.

The sequence of operations shall be as follows:

O – t – CO (see 9.3.4.1.6)

and shall be made on each pole separately, in turn.

In case the CPS is provided with both a short-time delay release and an instantaneous release, the instantaneous release may operate before the short-time delay release, depending on the setting and the tolerances.

G.3 Verification of dielectric withstand

Following the test according to Clause G.2, the dielectric withstand shall be verified according to 9.5.5.5.

G.4 Verification of overload releases

Following the test according to Clause G.3, the operation of the overload releases shall be verified according to 9.5.5.7.

G.5 Marking

CPS's for which all values of rated voltage have been tested according to this annex or are covered by such testing require no additional marking.

CPS for which all values of rated voltage have not been tested according to this annex or are not covered by such testing shall be identified by the symbol  (IEC 60417-6363:2016-07) which shall be marked on the CPS immediately following these values of rated voltage, e.g. 690 V  in accordance with 6.2.

Where a CPS has not been tested according to this annex, a single marking by the symbol  (IEC 60417-6363:2016-07) may be used provided it is so placed that it unmistakably covers all voltage ratings.

Annex H
(xxx)

Vacant

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-2:2020

Annex I (informative)

Glossary of symbols and graphical representation of characteristics

Characteristics list	Symbol	IEC 60417 reference	Subclause of this document
CPS, closed position		IEC 60417-5007:2002-10	6.1.2 k)
CPS, open position		IEC 60417-5008:2002-10	6.1.2 k)
CPS with isolation suitability		IEC 60417-6410:2018-11	3.2
Neutral pole terminal	N		8.1.9
Protective earth terminal		IEC 60417-5019:2006-08	8.1.10
Rated control circuit voltage	U_c		5.5
Rated current	I_e		5.3.2
Rated impulse withstand voltage	U_{imp}		6.1.2 j)
Rated insulation voltage	U_i		
Rated operational voltage	U_e		5.4.1
Rated service short-circuit breaking capacity	I_{cs}		5.3.6
Selectivity limit current	I_s		
Take-over current	I_B		
Conventional enclosed thermal current	I_{the}		5.3.2
Conventional free air thermal current	I_{th}		5.3.2
Current setting of adjustable overload release	I_r		
Individual pole short-circuit test current (IT systems)	I_{IT}		Annex G
Rated instantaneous short-circuit current setting	I_i		
Maximum corresponding tripping time	t_i		
Not suitable for use in IT systems		IEC 60417-6363:2016-07	Annex G

Annex J
(xxx)

Vacant

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-2:2020

Annex K (normative)

Procedure to determine data for electromechanical CPS used in functional safety applications

K.1 General

Annex K of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions:

K.2 Test requirements

Mechanical durability shall be determined in accordance with A.2. For the no-make-break-current utilisation the mechanical durability is applicable.

Electrical durability shall be determined in accordance with A.3 using utilization category AC-3 unless otherwise stated by the manufacturer.

The test environment shall be in accordance with Clause 7.

Product modifications which do not impact the data listed in K.4 of IEC 60947-1:2020 do not require retesting of the product.

K.3 Characterization of a failure mode

Table K.1 gives the typical failure modes of a CPS.

Table K.1 – Failure mode of CPS

Failure modes	Characteristics for a normally open CPS
Failure to open	– current remaining after the electromagnet is de-energised
Failure to close	– no current in one or more poles after the electromagnet is energised
Short-circuit between poles	– insulation failure between poles
Short-circuit between pole and any adjacent part	– insulation failure with any adjacent part

K.4 Failure ratios of a CPS

In addition to the data listed in K.5 of IEC 60947-1:2020, the typical failure ratios of a CPS is given by Table K.2.

The hardware fault tolerance for one CPS is generally zero.

NOTE In IEC 62061, a hardware fault tolerance of N means that $N+1$ faults could cause a loss of the function.

Table K.2 – Typical failure ratios for CPS

Failure modes	Typical failure ratios F associated with AC3 electrical durability test results ^a	Typical failure ratios F associated with mechanical durability test results ^a
Failure to open ^b	73 %	50 %
Failure to close	25 %	50 %
Short-circuit between poles	1 %	0 %
Short-circuit between poles and any adjacent part (e.g. auxiliary, earth plate, electromagnet)	1 %	0 %
If a CPS is used in such a way that a hazardous situation can be caused by a failure mode for which the failure ratio is above 40 %, the system needs a diagnostic function and appropriate fault reaction function(s).		
^a The typical values result from tests performed on different CPS's. ^b The diagnostic coverage of the subsystem incorporating a CPS with mirror contacts according to Annex F can be 99 % if an appropriate fault reaction function(s) is provided.		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-2:2020

Annex L
(xxx)

Vacant

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-2:2020

Annex M (informative)

Load monitoring indicators

M.1 General

The implementation of an energy efficiency (EE) approach for AC motor-driven systems (e.g. pumps, compressors) or asset management activities requires load monitoring indicators based on electrical supply quantities.

An example implementation of such load monitoring indicators is to detect sudden changes or drifts in active power or phase current.

M.2 Indicators list

Table M.1 shows the minimum requirements for a proposed set of indicators recommended for EE analysis or asset management.

Trueness and repeatability as stated in Table M.1 apply to the complete monitoring chain, including external sensors if any.

The selection of the indicators within Table M.1 is at the discretion of the manufacturer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-2:2020

Table M.1 – AC monitoring indicators list

Indicator name	Definition	Units ^a	Symbol	Minimum range	Trueness ^c	Repeatability ^d
phase x current	the value of the current flowing in phase x of an electrical distribution system	A	I_x	$0,4 \times I_e$ to $0,7 \times I_e$	±25 %	2 %
				$0,7 \times I_e$ to $1,1 \times I_e$	±10 %	2 %
phase to phase voltage	the voltage between phases	V	U_{pg}	$0,9 \times U_e$ to $1,1 \times U_e$	±5 %	2 %
phase to neutral voltage	the voltage between a phase in a polyphase system and the neutral point	V	V_{pN}	$0,9 \times U_e / \sqrt{3}$ to $1,1 \times U_e / \sqrt{3}$	±5 %	2 %
total active power	the sum of the active powers in all phases of an electrical distribution system	W	P	PF ≥ 0,9	±20 %	3 %
total apparent power	the sum of the apparent powers in all phases of an electrical distribution system	VA	S	-	±25 %	3 %
current imbalance ^b	the ratio between the maximum current deviation of any phase from average current and the average current	%	I_{imb}	70 % to 130 %	±10 points ^e	±2 points ^e
power factor	under periodic conditions, ratio of the absolute value of the active power P to the apparent power S: $\lambda = \frac{ P }{S}$	No unit	PF (λ in IEC 600 50 (all parts))	0,5 to 1	±0,3 ^f	±0,04 ^f
NOTE 1 Unless otherwise stated by manufacturer, ambient air temperature effects are assumed to be compensated. When not, the reference ambient air temperature is specified by the manufacturer. NOTE 2 Performances could be referred according to PROFIEnergy classes X to Y, Accuracy domain 2, which combines trueness and repeatability into "accuracy". ^a Absolute or per unit (ratio to a reference value, e.g. FLA for current) ^b See Annex T of IEC 60947-1:2020. ^c Trueness is characterized by the systematic error of the measured value (see 3.3.3 of ISO 3534-2:2006). ^d Repeatability represents the random part of the measurement error. It is a variation parameter characterizing the dispersion of the measurements, taken under the same conditions. This value should be declared together with a time-window or number of measurements (see M.3). ^e "point" is an absolute deviation from a measurement expressed in percent. For example, if the measured imbalance value is 8 %, then the associated repeatability criterion is to measure values between 6 % and 10 %. ^f PF has no unit. Therefore, limit is expressed as an absolute deviation from the measured value.						

The refresh interval is a global requirement, and should not be more than 1 min. It can be defined individually for each indicator. The minimum bandwidth of the measurement should be up to the 7th harmonic of the fundamental frequency.

The values given for trueness and repeatability in Table M.1 are given for the minimum range, and cannot be used to characterize the accuracy of the motor overload protection.

M.3 Uncertainty

Uncertainty of measurement is the combination of systematic error and random error, both referring to the conventional true value which is obtained with a measuring instrument typically 10 times more accurate than the device under test.

The systematic error quantifies the trueness of the measurement, i.e. how close the average measurement results are to the true value. In given conditions, the systematic error results from factors having a fixed impact on the measurement results, such as the imperfect calibration or correction of the measurement chain resulting from temperature effects.

The random error is resulting from factors having an unpredictable impact on the measurement results such as noise in the different parts of the measurement chain, imperfections in the measurement algorithms, crosstalk and other electromagnetic compatibility issues. The random error quantifies the precision or repeatability of the measurement, i.e. how close repeated measurement results are to each other. The most common statistical indicator used is the standard deviation σ . It can be estimated from a series of N measurement results in the same conditions as:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \quad \text{with} \quad \bar{x} = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N x_i$$

For load monitoring applications and especially the evaluation of energy efficiency (EE), the systematic error of individual measurements is not relevant because the goal is to detect trends or check the impact of process changes. For example, one might want to check the impact of energy efficiency (EE) actions or process changes on the average power consumption as shown in Figure M.1.

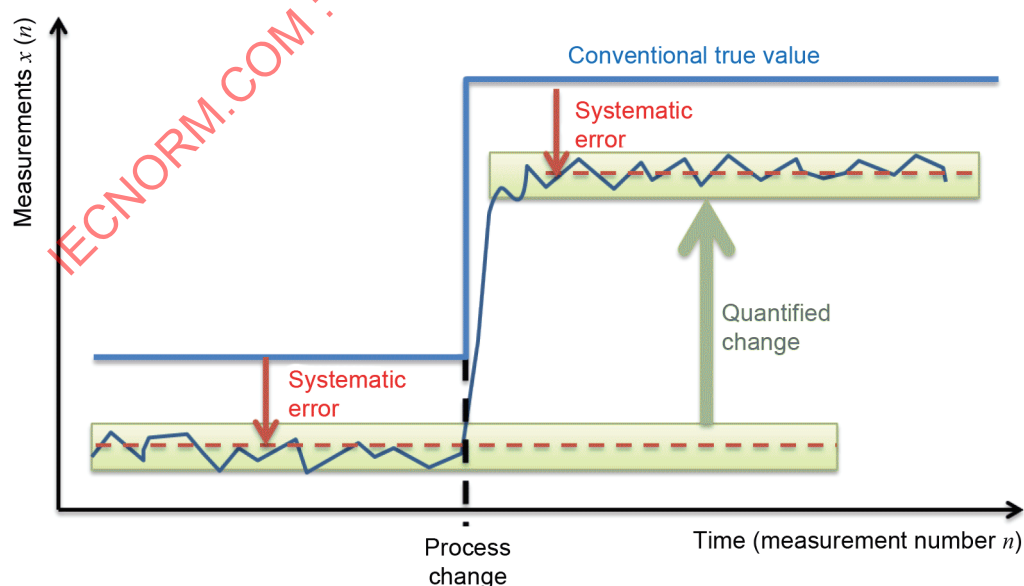


Figure M.1 – Example of quantification of a process change

The systematic error does not matter so much for change detection: as soon as the impact is significantly greater than the random error, it easily shows up on the measurement results and the change will be well quantified. In borderline cases some averaging may be needed.

Any integrated or subsequent integration or averaging process tends to reduce the random error so that only the systematic error remains significant. Therefore, changes and trends are easily detected on such integrated/averaged quantities, whatever the uncertainty (trueness and precision) of the measurement device.

M.4 Tests

M.4.1 Routine tests

No routine tests are required.

M.4.2 Type tests

M.4.2.1 General

Various methods for verification (see Table M.2) of indicators performances include:

- verification by measurement;
- verification by simulation, using models for which the validity has to be demonstrated;
- verification by design assessment, i.e. confirmation of the correct application of calculations and design rules, including use of appropriate safety margins.

Table M.2 – Different possibilities authorized for verification of indicators

Indicator	Fundamental	Harmonics	Non-tested phase
phase x current	Measurement	Measurement Simulation Design assessment	Measurement Simulation Design assessment
phase to phase voltage	Measurement	Measurement Simulation Design assessment	Measurement Simulation Design assessment
phase to neutral voltage	Measurement	Measurement Simulation Design assessment	Measurement Simulation Design assessment
total active power	Measurement	Measurement Simulation Design assessment	N/A
total apparent power	Measurement	Measurement Simulation Design assessment	N/A
current imbalance	Measurement	N/A	N/A
Total power factor	Measurement	Measurement Simulation Design assessment	N/A

M.4.2.2 Test conditions

When the product has only-one rating, one product sample should be tested. For a product range, the minimum and maximum ratings should be tested.

Test has to be performed under conditions stated in Table M.3.

Table M.3 – Reference for verification conditions

	Value
Current	Minimum value (see Table M.1) ^a
Voltage	Minimum value (see Table M.1) ^a
Power factor	0,7 IND
Frequency	50 Hz or 60 Hz
Ambient temperature ^b	23 °C
^a When manufacturer range specification is different from Table M.1, it has to be tested according to minimum rated voltage/current values	
^b When not compensated, ambient temperature has to be specified by manufacturer	

Harmonic levels for verification are given in following Table M.4.

Table M.4 – Harmonic levels

Harmonic	Voltage %	Current %
5 th	12	12
7 th	10	10
NOTE Harmonics are expressed in percent of the fundamental value.		

M.4.2.3 Test criteria

Performance evaluation is to be considered as statistical approach. For details, refer to Clause M.3. The coverage factor for assessing repeatability of measured indicator values is equal to two.

Annex N (normative)

Additional requirements and tests for equipment with protective separation

N.1 General

The purpose of this annex is to provide additional requirements to Annex N of IEC 60947-1:2020.

N.2 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in Clause N.2 of IEC 60947-1:2020, as well as the following terms and definitions applies.

N.2.1

touch current

electric current passing through a human body or through an animal body when it touches one or more accessible parts of an electrical installation or electrical equipment

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-11-12]

N.3 Requirements

N.3.1 Test method for implementing protective impedance

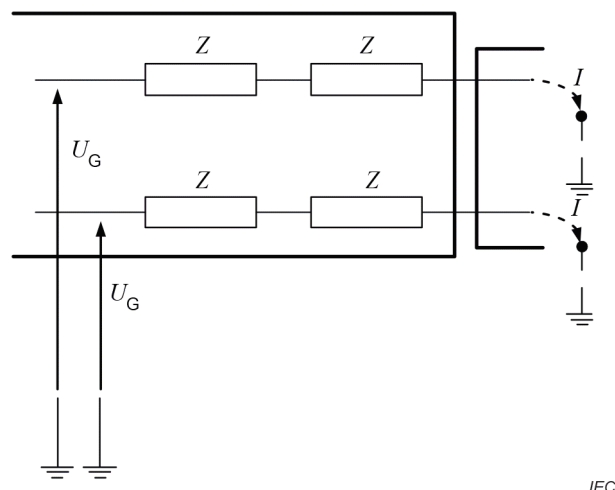
Protective impedance shall be arranged so that under both normal and single fault conditions, according respectively to 4.2 and 4.3 of IEC 61140:2016, the touch current and the discharge energy available shall be limited.

The protective impedances shall be designed and tested to withstand the impulse voltages and temporary overvoltages for the circuits to which they are connected.

Compliance with the requirement for the limitation of touch current is checked by test of N.3.2.

Compliance with a limited value of 0,5 mJ for the discharge energy shall be checked by performing calculations and/or measurements to determine the voltage and capacitance.

Figure N.1 show examples of the method used to implement protective impedance.

**Key** Z impedance U_G hazardous voltage, earthed or unearthed I touch current

NOTE 1 To provide protection in single-fault conditions, use the following equation $I = \frac{U_G}{Z}$

NOTE 2 This figure is reproduced from Figure A.2 of IEC 62477-1:2012.

Figure N.1 – Protection by means of protective impedance

N.3.2 Touch current measurement

The equipment under test shall be set up in an insulated state without any connection to the earth and shall be operated at rated voltage. Under these conditions, the touch current shall be measured between the touchable parts and the earth according to the test circuit of Figure N.2.

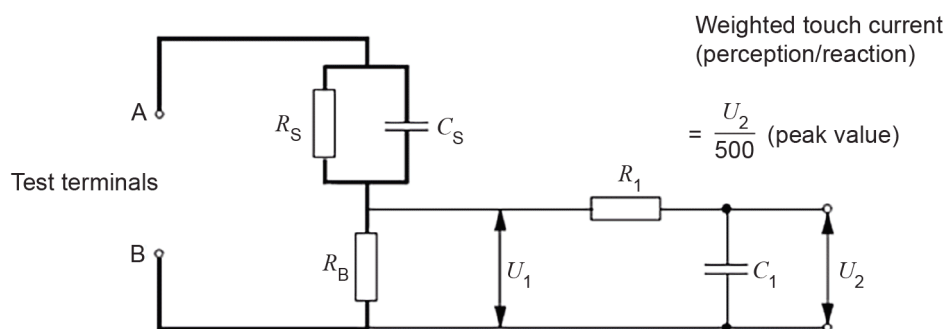
For an equipment to be connected to an earthed neutral system, the neutral of the mains of the test site shall be directly connected to earth.

For an equipment to be connected to an isolated system or impedance system, the neutral shall be connected through a resistance of 1 k Ω to the PE conductor which shall be connected to each input phase in turn. The highest value will be taken as the definitive result.

The following maximum values of touch current (AC values for frequencies up to 100 Hz) are permitted:

- a steady-state current flowing between simultaneously accessible conductive parts not exceeding 0,5 mA AC or DC under normal operating conditions;
- values not exceeding 3,5 mA AC or 10 mA DC under single fault conditions.

As shown in Figure N.2, the voltage U_2 is measured and the current is calculated by dividing the measured voltage U_2 by 500.



Voltmeter or oscilloscope (RMS or peak reading)

Input resistance: $>1 \text{ M}\Omega$

Input capacitance: $<200 \text{ pF}$

Frequency range: 15 Hz up to 1 MHz (appropriate for the highest frequency of interest)

Key

R_S 1 500 Ω

R_B 500 Ω

R_1 10 k Ω

C_S 0,22 μF

C_1 0,022 μF

NOTE The measuring test circuit of this figure is from Figure 4 of IEC 60990:2016.

Figure N.2 – Measuring instrument

Electrical measuring instruments shall have adequate bandwidth to provide accurate readings, taking into account all components (DC, AC mains supply frequency, high frequency and harmonic content) of the parameter being measured. If the RMS value is measured, care shall be taken that measuring instruments give true RMS readings of non-sinusoidal waveforms as well as sinusoidal waveforms.

Bibliography

IEC 60034-12:2016, *Rotating electrical machines – Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors*

IEC 60034-30-1, *Rotating electrical machines – Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors (IE code)*

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*

IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-191:1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service*³

IEC 60050-195:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 195: Earthing and protection against electric shock*

IEC 60050-195:1998/AMD1:2001

IEC 60050-421:1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 421: Power transformers and reactors*

IEC 60050-441:1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60050-442:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 442: Electrical accessories*

IEC 60050-826:2004, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 826: Electrical installations*

IEC 60050-903:2013, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 903: Risk assessment*

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

IEC 60072-1:1991, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Part 1: Frame numbers 56 to 400 and flange numbers 55 to 1080*

IEC 60076-1:2011, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 60079 (all parts), *Explosive atmospheres*

IEC 60269-1:2006, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60269-1:2006/AMD1:2009

IEC 60269-1:2006/AMD2:2014

IEC 60269-2:2013, *Low-voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) – Examples of standardized systems of fuses A to K*

IEC 60269-2:2013/AMD1:2016

³ This publication was cancelled and replaced by IEC 60050-192:2015.

IEC 60381-1:1982, *Analogue signals for process control systems – Part 1: Direct current signals*

IEC 60664-1:2020, *Insulation coordination for equipment within low-voltage supply systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60947-4-1:2018, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*

IEC 60990:2016, *Methods of measurement of touch current and protective conductor current*

IEC 61000-6-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-5: Generic standards – Immunity for equipment used in power station and substation environment*

IEC 61032, *Protection of persons and equipment by enclosures – Probes for verification*

IEC 61439 (all parts), *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*

IEC 61649:2008, *Weibull analysis*

IEC 62061, *Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*

IEC 62477-1:2012, *Safety requirements for power electronic converter systems and equipment – Part 1: General*

IEC 62477-1:2012/AMD1:2016

IEC 62683-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Product data and properties for information exchange – Part 1: Catalogue data*

IEC TR 63054, *Low-voltage switchgear and controlgear – Fire risk analysis and risk reduction measures*

IEC TS 63058, *Environmental aspects for low-voltage switchgear and controlgear and their assemblies*⁴

IEC TR 63201, *Low-voltage switchgear and controlgear – Guidance for the development of embedded software*

IEC TS 63208, *Low-voltage switchgear and controlgear – Security aspects*

IEC Guide 51:2014, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

IEC Guide 104:2019, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

ISO/IEC 82079-1, *Preparation of instructions for use – Structuring, content and presentation – Part 1: General principles and detailed requirements*

ISO 2859-1:1999, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*

ISO 3534-2:2006, *Statistics – Vocabulary and symbols – Part 2: Applied statistics*

⁴ Under preparation. Stage at the time of publication: APUB.

NFPA 70, *National Fire Protection Association 70 (National Electrical Code)*

C22.1, *Canadian Electrical Code (CSA)*

UL 60947-4-1, *Low-Voltage Switchgear and Controlgear – Part 4-1: Contactors and Motor-Starters – Electromechanical Contactors and Motor-Starters*

PROFIEnergy profile test specification V1.1:2014

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-2:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	116
1 Domaine d'application	119
2 Références normatives	119
3 Termes et définitions	120
3.1 Généralités	120
3.2 Termes et définitions relatifs au matériel	121
3.3 Termes et définitions concernant les grandeurs caractéristiques	122
3.4 Termes et définitions concernant les aspects de sécurité	123
4 Classification	124
5 Caractéristiques	124
5.1 Enumération des caractéristiques	124
5.2 Type de matériel	125
5.2.1 Nombre de pôles	125
5.2.2 Nature du courant (courant alternatif ou courant continu)	125
5.2.3 Méthode de fonctionnement	125
5.2.4 Méthode de commande	125
5.2.5 Méthode de réarmement après surcharge	125
5.2.6 Méthode de réarmement après court-circuit	125
5.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour le circuit principal	125
5.3.1 Tensions assignées	125
5.3.2 Courants et puissances	125
5.3.3 Fréquence assignée	126
5.3.4 Services assignés	126
5.3.5 Caractéristiques en conditions normales de charge et de surcharge – Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure	126
5.3.6 Caractéristiques de court-circuit – Pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit (I_{CS})	126
5.3.7 Impédance de pôle d'un ACP (Z)	127
5.4 Catégories d'emploi	127
5.4.1 Généralités	127
5.4.2 Attribution des catégories d'emploi suivant les résultats d'essai	128
5.4.3 Application des catégories d'emploi à la commande des moteurs	129
5.5 Circuits de commande	129
5.6 Circuits auxiliaires	129
5.7 Relais ou déclencheurs	130
5.7.1 Enumération des caractéristiques	130
5.7.2 Types de relais ou de déclencheurs	130
5.7.3 Grandeurs caractéristiques	131
5.7.4 Désignation et courant de réglage des relais ou déclencheurs de surcharge	131
5.7.5 Caractéristique temps/courant des relais et déclencheurs à maximum de courant	132
5.7.6 Influence de la température de l'air ambiant	132
6 Informations sur le produit	133
6.1 Nature des informations	133
6.1.1 Identification	133
6.1.2 Caractéristiques	133

6.2	Marquage	134
6.3	Instructions d'installation, de fonctionnement et de maintenance	134
6.4	Informations relatives à l'environnement	135
7	Conditions de service normal, de montage et de transport	135
8	Exigences relatives à la construction et aux performances	135
8.1	Exigences relatives à la construction	135
8.1.1	Généralités	135
8.1.2	Matériaux	136
8.1.3	Parties transportant le courant et leurs connexions	136
8.1.4	Distances d'isolement et lignes de fuite	136
8.1.5	Organe de commande	137
8.1.6	Indication de la position des contacts	137
8.1.7	Exigences supplémentaires pour les matériels aptes au sectionnement	137
8.1.8	Bornes	138
8.1.9	Exigences supplémentaires pour les matériels dotés d'un pôle neutre	138
8.1.10	Dispositions pour assurer la mise à la terre de protection	138
8.1.11	Enveloppes pour le matériel	138
8.1.12	Degrés de protection du matériel sous enveloppe	138
8.1.13	Traction, torsion et flexion avec des conduits métalliques	138
8.1.14	Source à énergie limitée	138
8.1.15	Circuit à énergie de charge emmagasinée	141
8.1.16	Conditions de défaut et anormales	141
8.1.17	Protection des accès contre les courts-circuits et les surcharges	142
8.2	Exigences relatives aux performances	142
8.2.1	Conditions de fonctionnement	142
8.2.2	Echauffement	148
8.2.3	Propriétés diélectriques	150
8.2.4	Fonctionnement à vide et en conditions normales de charge et de surcharge	151
8.2.5	Aptitude à établir, supporter et couper des courants de court-circuit	157
8.2.6	Impédance de pôle	158
8.2.7	Courants de fuite des matériels aptes au sectionnement	158
8.2.8	Consommation de puissance de la bobine	158
8.2.9	Coordination entre un ACP et un autre dispositif de protection contre les courts-circuits	158
8.3	Compatibilité électromagnétique (CEM)	158
8.3.1	Généralités	158
8.3.2	Immunité	159
8.3.3	Emissions	160
9	Essais	160
9.1	Nature des essais	160
9.1.1	Généralités	160
9.1.2	Essais de type	160
9.1.3	Essais individuels de série	160
9.1.4	Essais sur prélèvements	160
9.1.5	Essais spéciaux	161
9.2	Conformité aux exigences relatives à la construction	162
9.2.1	Généralités	162
9.2.2	Performance électrique des organes de serrage sans vis	162

9.2.3	Essai de vieillissement des organes de serrage sans vis	162
9.2.4	Essai de la source à énergie limitée	163
9.2.5	Défaillance de composants	163
9.3	Conformité aux exigences de fonctionnement	164
9.3.1	Séquences d'essais	164
9.3.2	Conditions générales d'essai	164
9.3.3	Fonctionnement à vide et en conditions normales de charge et de surcharge	165
9.3.4	Fonctionnement en court-circuit	174
9.4	Essais pour la CEM	176
9.4.1	Généralités	176
9.4.2	Immunité	177
9.4.3	Emissions	183
9.5	Séquences d'essais	184
9.5.1	Généralités	184
9.5.2	Séquence d'essais I: échauffement, limites de fonctionnement, propriétés diélectriques	186
9.5.3	Séquence d'essais II: fonctionnement dans les conditions normales de charge et de surcharge	190
9.5.4	Séquence d'essais III: essai de fonctionnement en service avant et après les séquences de manœuvres au courant conventionnel présumé I_{Cr} et au courant conventionnel présumé « r »	191
9.5.5	Séquence d'essais IV: fonctionnement en service avant et après les séquences de manœuvres à I_{Cs}	192
9.5.6	Séquence d'essais V: pouvoir de coupure supplémentaire	193
9.5.7	Séquence d'essais VI: séquence d'essais supplémentaire pour les ACP tétrapolaires	193
9.5.8	Séquence d'essais VII: séquence d'essais supplémentaire pour les ACP destinés à être utilisés dans une enveloppe individuelle	194
9.5.9	Séquence d'essais VIII: CEM	194
9.6	Essais individuels de série	194
9.6.1	Généralités	194
9.6.2	Fonctionnement et limites de fonctionnement	195
9.6.3	Essais diélectriques	195
Annexe A (normative)	Essais spéciaux	196
A.1	Généralités	196
A.2	Durabilité mécanique	196
A.2.1	Généralités	196
A.2.2	Vérification de la durabilité mécanique	196
A.3	Durabilité électrique	198
Annexe B (xxx)	Disponible	199
Annexe C (normative)	Marquage et identification des bornes des ACP	200
C.1	Généralités	200
C.2	Marquage et identification des bornes des circuits principaux	200
C.2.1	Généralités	200
C.2.2	Marquage et identification des bornes des circuits auxiliaires	200
Annexe D (informative)	Points faisant l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur	201
Annexe E (xxx)	Disponible	202

Annexe F (normative) Exigences relatives à un contact auxiliaire lié à un contact de puissance (contact miroir).....	203
F.1 Application et objet	203
F.1.1 Application.....	203
F.1.2 Objet	203
F.2 Termes et définitions	203
F.3 Caractéristiques.....	203
F.4 Informations sur le produit	203
F.5 Conditions de service normal, de montage et de transport	204
F.6 Exigences relatives à la construction et aux performances.....	204
F.7 Essais.....	204
F.7.1 Généralités.....	204
F.7.2 Essais sur des produits à l'état neuf	204
F.7.3 Essai après un fonctionnement conventionnel en service (défini dans le Tableau 10)	205
Annexe G (normative) Séquence d'essais pour les ACP pour schémas de mise à la terre de type IT	206
G.1 Généralités	206
G.2 Court-circuit sur un pôle séparément	206
G.3 Vérification de la tenue diélectrique	207
G.4 Vérification des déclencheurs de surcharge	207
G.5 Marquage	207
Annexe H (xxx) Disponible.....	208
Annexe I (informative) Glossaire des symboles et représentation graphique des caractéristiques	209
Annexe J (xxx) Disponible.....	210
Annexe K (normative) Procédure de détermination des données pour les ACP électromécaniques utilisés dans des applications de sécurité fonctionnelle.....	211
K.1 Généralités	211
K.2 Exigences d'essai.....	211
K.3 Caractérisation d'un mode de défaillance.....	211
K.4 Rapports de défaillance d'un ACP.....	211
Annexe L (xxx) Disponible	213
Annexe M (informative) Indicateurs de surveillance de la charge	214
M.1 Généralités	214
M.2 Liste des indicateurs	214
M.3 Incertitude.....	216
M.4 Essais.....	217
M.4.1 Essais individuels de série.....	217
M.4.2 Essais de type	217
Annexe N (normative) Exigences et essais supplémentaires pour le matériel avec séparation de protection	220
N.1 Généralités	220
N.2 Termes et définitions	220
N.3 Exigences	220
N.3.1 Méthode d'essai pour la mise en œuvre de l'impédance de protection	220
N.3.2 Mesurage du courant de contact.....	221
Bibliographie.....	223

Figure 1 – Limites des multiples du courant de réglage des relais ou déclencheurs de surcharge temporisés à la température de l'air ambiant (voir 8.2.1.5.1)	145
Figure 2 – Essai de mémoire thermique	147
Figure 3 – Mesure de la chute de tension au point de contact de la borne de serrage	162
Figure 4 – Exemple de mesure de l'impédance de pôle pour un ACP tripolaire	172
Figure 5 – Représentation du courant d'essai produit par des thyristors tête-bêche	181
Figure 6 – Courant d'essai pour la vérification de l'influence des creux et des coupures brèves de courant	182
Figure F.1 – Contact miroir	204
Figure M.1 – Exemple de quantification d'une modification du procédé	217
Figure N.1 – Protection à l'aide d'une impédance de protection	221
Figure N.2 – Instrument de mesure	222
Tableau 1 – Catégories d'emploi	128
Tableau 20 – Limites pour les sources à énergie limitée sans dispositif de protection contre les surintensités	139
Tableau 21 – Limites pour les sources à énergie limitée avec dispositif de protection contre les surintensités	140
Tableau 22 – Limites pour les sources à énergie limitée avec impédance de limitation de courant	141
Tableau 2 – Limites de fonctionnement des relais ou déclencheurs de surcharge à temps inverse alimentés sur tous leurs pôles	144
Tableau 3 – Classes de déclenchement des relais ou déclencheurs de surcharge pour les catégories d'emploi AC-2, AC-3 et AC-3e, AC-4, DC-3, DC-5	145
Tableau 4 – Limites de fonctionnement des relais ou déclencheurs tripolaires de surcharge à temps inverse alimentés sur deux pôles seulement	146
Tableau 5 – Limites d'échauffement des bornes	148
Tableau 6 – Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air	149
Tableau 7 – Données pour les cycles d'essais de service intermittent	150
Tableau 8 – Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi	152
Tableau 9 – Relation entre le courant coupé I_C et la durée à l'état non passant pour la vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure	153
Tableau 10 – Fonctionnement conventionnel en service après essais de pouvoir de fermeture et coupure – Conditions de fermeture et coupure selon la catégorie d'emploi	155
Tableau 11 – Fonctionnement en service avant et après essais de court-circuit à I_{Cr} et I_{CS} – Conditions d'établissement et de coupure selon la catégorie d'emploi	156
Tableau 12 – Valeur du courant présumé d'essai en fonction du courant assigné d'emploi	157
Tableau 13 – Valeur du courant d'essai présumé en fonction du courant assigné d'emploi (tableau harmonisé)	158
Tableau 14 – Critères de performance en présence de perturbations électromagnétiques	159
Tableau 15 – Essais d'immunité de CEM	178
Tableau 16 – Paramètres d'essai pour les harmoniques et les coupures brèves	182
Tableau 17 – Limites de tension de perturbation de borne pour les émissions radiofréquence conduites (pour les bornes de puissance)	183

Tableau 18 – Limites pour les essais d'émissions rayonnées	184
Tableau 19 – Séquences d'essais	184
Tableau F.1 – Tension d'essai selon l'altitude	205
Tableau G.1 – Pôle séparé	206
Tableau K.1 – Mode de défaillance des ACP	211
Tableau K.2 – Rapports types de défaillance pour un ACP	212
Tableau M.1 – Liste des indicateurs de surveillance en courant alternatif	215
Tableau M.2 – Différentes possibilités admises pour vérifier les indicateurs	218
Tableau M.3 – Référence pour les conditions de vérification	218
Tableau M.4 – Niveaux d'harmonique	219

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-2:2020

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 6-2: Matériels à fonctions multiples – Appareils (ou matériel) de connexion de commande de protection (ACP)

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 60947-6-2 a été établie par le sous-comité 121A: Appareillage à basse tension, du comité d'études 121 de l'IEC: Appareillages et ensembles d'appareillages basse tension.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2002 et l'Amendement 1:2007. Cette édition constitue une révision technique.

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

- modifications rédactionnelles conformément à la Partie 2 des Directives ISO/IEC;
- alignements sur l'IEC 60947-1:2020:
 - marquages ("s", "sol", "r" ou "f");

- exigences relatives à la construction, dont exigences relatives aux matériaux;
- exigences pour les bornes sans vis;
- méthode de mesurage de l'impédance de pôle;
- exigence et essais pour la compatibilité électromagnétique (CEM);
- procédure pour déterminer les données pour les ACP électromécaniques utilisés dans les applications de sécurité fonctionnelle;
- harmonisation avec l'IEC 60947-2:2016:
 - essais de fonctionnement des relais et déclencheurs à bobine en dérivation à minimum de tension;
 - ACP pour les schémas de mise à la terre de type IT (Annexe G);
 - coordination avec les autres dispositifs de protection contre les courts-circuits;
- alignements sur l'IEC 60947-4-1:2018:
 - essai au courant conditionnel de court-circuit assigné I_q des appareils de connexion protégés;
 - harmonisation des essais de court-circuit avec l'Amérique du Nord;
 - données de fiabilité pour les applications de sécurité fonctionnelle (nouvelle Annexe K);
 - aspects de sécurité relatifs aux circuits électroniques et à l'impédance de protection (nouvelle Annexe N);
 - introduction de dispositions traitant de l'impact des moteurs utilisant des valeurs étendues du courant de rotor bloqué pour atteindre une classe de rendement élevée;
 - mention des accessoires de câblage dédiés;
 - définitions et méthode de mesurage de la consommation d'énergie du circuit de commande pendant les opérations de maintien et d'appel;
 - indicateurs de surveillance de la charge (nouvelle Annexe M).

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
121A/384/FDIS	121A/392/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 internationale.

La version française de la norme n'a pas été soumise au vote.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60947, publiées sous le titre général *Appareillage à basse tension*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le présent document doit être lu conjointement avec l'IEC 60947-1, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*.

Les dispositions des règles générales s'appliquent à la présente partie de l'IEC 60947-6 lorsque celle-ci le précise. Les articles, paragraphes, tableaux, figures et annexes des règles générales qui sont ainsi applicables sont identifiés par référence à l'IEC 60947-1, par exemple: 1.2.3, Tableau 4, ou Annexe A de l'IEC 60947-1:2020.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-2:2020

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 6-2: Matériels à fonctions multiples – Appareils (ou matériel) de connexion de commande de protection (ACP)

1 Domaine d'application

Le présent document s'applique aux appareils (ou au matériel) de connexion de commande et de protection (ACP), dont les contacts principaux sont destinés à être reliés à des circuits dont la tension assignée n'est pas supérieure à 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu.

Il traite des appareils de connexion de commande de protection (ACP):

- qui offrent des fonctions de protection et de commande pour les circuits et les moteurs;
- dont la fonction de commande est manœuvrée exclusivement autrement que manuellement;
- qui permettent la continuité de service après des conditions de surintensité; et
- qui peuvent avoir d'autres fonctions, telles que le sectionnement ou la communication.

Le présent document ne s'applique pas:

- aux contacts auxiliaires, traités par l'IEC 60947-5-1;
- aux ACP utilisés en aval du variateur de fréquence¹;

NOTE Les exigences supplémentaires pour les ACP utilisés en aval du variateur de fréquence sont à l'étude pour le prochain cycle de maintenance.

- à l'utilisation du produit avec des mesures supplémentaires dans les atmosphères explosives, traitées par la série IEC 60079 (toutes les parties);
- aux règles de conception de logiciel embarqué, traitées par l'IEC TR 63201;
- aux aspects de cybersécurité, traités par l'IEC TS 63208.

Le présent document a pour objet de fixer:

- les caractéristiques des ACP;
- les conditions auxquelles répondent les ACP concernant leur fonctionnement et leur comportement, leurs propriétés diélectriques, le degré de protection procuré par leur enveloppe, le cas échéant, leur construction avec les mesures de sécurité contre le choc électrique, le danger d'incendie et le danger mécanique;
- les essais destinés à vérifier si ces conditions sont réalisées ainsi que les méthodes à adopter pour ces essais;
- les renseignements à marquer sur les ACP ou à fournir avec ceux-ci.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

¹ A ce sujet, le fabricant est responsable de la prise de mesures de sécurité supplémentaires.

IEC 60034-1:2017, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

IEC 60085:2007, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

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

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams* (disponible en anglais seulement à l'adresse <http://std.iec.ch/iec60617>)

IEC 60715:2017, *Dimensions de l'appareillage à basse tension – Montage normalisé sur profilés – supports pour le support mécanique des appareillages et de leurs accessoires*

IEC 60730-1, *Dispositifs de commande électrique automatiques – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60947-1:2020, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

IEC 60947-2:2016, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs*
IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

IEC 60947-5-1:2016, *Appareillage à basse tension – Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande*

IEC 61000-6-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels*

IEC 61051-2, *Varistances utilisées dans les équipements électroniques – Partie 2: Spécification intermédiaire pour varistances pour limitations de surtensions transitoires*

CISPR 11:2015, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*
CISPR 11:2015/AMD1:2016
CISPR 11:2015/AMD2:2019

CISPR 32, *Compatibilité électromagnétique des équipements multimédia – Exigences d'émission*

ISO 3864-2, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Partie 2: Principes de conception pour l'étiquetage de sécurité des produits*

3 Termes et définitions

3.1 Généralités

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'Article 3 de l'IEC 60947-1:2020, ainsi que les termes, définitions, symboles et abréviations suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.2 Termes et définitions relatifs au matériel

3.2.1

appareil de connexion de commande de protection

ACP

appareil mécanique de connexion avec une fonction de commande manœuvrée autrement que manuellement permettant:

- l'établissement, le transport et la coupure des courants dans des conditions normales;
- l'établissement, le transport pendant une durée spécifiée en condition de surcharge;
- la coupure des courants dans des conditions de fonctionnement anormales spécifiées telles que celles des courts-circuits;
- la continuité de service;

avec ou sans organe de manœuvre manuel local

Note 1 à l'article L'expression « avec une fonction de commande manœuvrée autrement que manuellement » signifie que l'appareil est destiné à être commandé et maintenu en position de fonctionnement à partir d'une ou de plusieurs commandes extérieures.

Note 2 à l'article: Un ACP peut comporter un seul appareil, mais ses caractéristiques sont toujours assignées comme pour un seul appareil. La coordination peut être inhérente ou obtenue par le choix correct des déclencheurs conformément aux instructions du fabricant.

3.2.2

ACP direct

ACP qui applique la tension d'alimentation sur les bornes du moteur en une seule manœuvre

3.2.3

ACP inverseur

ACP de démarrage de moteur destiné à provoquer l'inversion du sens de rotation d'un moteur par inversion des connexions d'alimentation du moteur lorsque celui-ci n'est pas en fonctionnement

Note 1 à l'article Une application dans laquelle l'inversion des connexions d'alimentation du moteur alors que le moteur est en fonctionnement est nommée inversion de marche.

3.2.4

bobine d'électroaimant commandée électroniquement

électroaimant dont la bobine est commandée par un circuit comprenant des éléments électroniques actifs

[SOURCE: IEC 60947-4-1:2018, 3.3.8]

3.2.5

accessoire de câblage dédié

système de câblage des connexions préfabriquées spécifiquement prévu pour un appareillage identifié

Note 1 à l'article Un accessoire de câblage dédié peut être intégré dans l'appareillage ou fourni séparément.

Note 2 à l'article Un accessoire de câblage dédié type est par exemple une liaison de connexion.

3.2.6

relais ou déclencheur sensible à une perte de phase

<protection des moteurs> relais ou déclencheur multipolaire destiné à la protection des moteurs, qui fonctionne en cas de perte de phase suivant des exigences spécifiées

3.2.7**relais ou déclencheur à minimum de courant**

relais ou déclencheur qui fonctionne automatiquement lorsque le courant qui le traverse devient inférieur à une valeur prédéterminée

3.2.8**relais ou déclencheur à minimum de tension**

relais ou déclencheur qui fonctionne automatiquement lorsque la tension qui lui est appliquée devient inférieure à une valeur prédéterminée

3.2.9**relais ou déclencheur de calage**

relais ou déclencheur électronique de surcharge qui fonctionne lorsque le courant n'a pas diminué et atteint une valeur inférieure à une valeur prédéterminée pendant une durée spécifique durant le démarrage ou lorsque le relais ou le déclencheur reçoit une information lui indiquant qu'il n'y a pas rotation du moteur après un temps prédéterminé, conformément aux exigences spécifiées

Note 1 à l'article Explication du calage: rotor bloqué pendant le démarrage.

Note 2 à l'article Avec un réglage approprié du courant et des paramètres de temps de démarrage, un tel relais ou déclencheur peut être utilisé pour détecter les démarrages exigeant des durées plus longues que celles spécifiées.

3.2.10**relais ou déclencheur de blocage**

relais ou déclencheur électronique de surcharge qui fonctionne dans le cas d'une surcharge et aussi lorsque le courant a augmenté et dépassé une valeur prédéterminée pendant une durée spécifique durant le fonctionnement, conformément aux exigences spécifiées

Note 1 à l'article Un blocage est une surcharge élevée survenant après achèvement du démarrage qui provoque une augmentation du courant atteignant la valeur correspondant au rotor bloqué du moteur commandé.

3.2.11**temps d'inhibition**

temporisation pendant laquelle la fonction de déclenchement du relais est inhibée (peut être réglable)

3.3 Termes et définitions concernant les grandeurs caractéristiques**3.3.1****continuité de service**

<d'un appareil de connexion de commande de protection> capacité de reprendre le service après l'occurrence d'un défaut de surintensité dans le circuit commandé à toute intensité jusqu'au pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit I_{CS} de l'appareil de connexion de commande de protection

3.3.2**puissance de maintien**

puissance nécessaire pour maintenir le fonctionnement de l'électroaimant

[SOURCE: IEC 60947-4-1: 2018, 3.3.9, modifiée – Suppression dans le titre de l'entrée de la mention « (d'un contacteur) ».]

3.3.3**puissance d'appel**

puissance nécessaire pour faire fonctionner le dispositif à partir de l'état non alimenté

[SOURCE: IEC 60947-4-1:2018, 3.3.10, modifiée – Suppression dans le titre de l'entrée de la mention « (d'un contacteur) », et modification de la syntaxe de la définition due à la suppression de « à l'état alimenté ».]

3.3.4**O**

<manœuvre> manœuvre de coupure par l'appareil en courant de court-circuit

3.3.5**CO**

<manœuvre> action de faire suivre une manœuvre en courant de court-circuit, après la durée d'ouverture appropriée, d'une manœuvre de coupure

3.3.6**rCO**

<manœuvre> manœuvre CO commandée à distance

3.3.7**séparation galvanique**

action ou moyen d'empêcher la conduction électrique entre deux circuits électriques prévus pour échanger de la puissance ou des signaux

Note 1 à l'article Une séparation galvanique peut être obtenue, par exemple, au moyen d'un transformateur de séparation (de circuits) ou d'un optocoupleur.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-26]

3.3.8**courant conventionnel présumé « r »**

valeur spécifiée de courant de court-circuit présumé pour laquelle l'appareil de connexion est soumis à essai dans des conditions spécifiées

3.3.9**courant conventionnel présumé I_{cr}**

valeurs spécifiées de courant de court-circuit présumé pour lesquelles l'appareil de connexion est soumis à essai dans des conditions spécifiées avec ensuite des essais de fonctionnement en service

3.4 Termes et définitions concernant les aspects de sécurité**3.4.1****condition anormale de fonctionnement**

condition temporaire de fonctionnement qui n'est ni la condition normale de fonctionnement ni la condition de premier défaut du matériel à proprement parler

Note 1 à l'article Une condition anormale de fonctionnement est une condition temporaire qui peut être introduite par le matériel ou par une personne, et qui peut se traduire par la défaillance d'un composant, d'un appareil ou d'une protection.

Note 2 à l'article Cette définition est utilisée dans le contexte d'une analyse de risques de défaillance d'un composant.

3.4.2**partie accessible**

partie pouvant être touchée au moyen d'un doigt d'épreuve normalisé

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-01-15]

3.4.3**partie active dangereuse**

partie active qui peut provoquer, dans certaines conditions, un choc électrique nuisible

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-06-05]

3.4.4

source à énergie limitée

source conçue et protégée de manière à ce que, dans des conditions normales de fonctionnement et dans des conditions de premier défaut, le courant qui peut être délivré ne soit pas dangereux eu égard au danger d'incendie

3.4.5

impédance de protection

impédance connectée entre des parties actives dangereuses et des parties conductrices accessibles, d'une valeur telle que le courant, en condition normale d'utilisation et sous des conditions de défaut vraisemblables, est limité à une valeur de sécurité, et qui est construite de telle sorte que sa fiabilité est maintenue tout au long de la durée de vie du matériel

[SOURCE: IEC 62477-1:2012, 3.42]

3.4.6

mauvais usage raisonnablement prévisible

utilisation d'un produit ou d'un système dans des conditions ou à des fins non prévues par le fournisseur, mais qui peut provenir d'un comportement humain envisageable

[SOURCE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.7, modifiée – Les Notes à l'article ont été supprimées]

3.4.7

condition de premier défaut

condition dans laquelle il existe un défaut d'une protection simple (mais pas d'une protection renforcée), d'un composant ou d'un appareil unique

Note 1 à l'article Si une condition de premier défaut engendre une ou plusieurs autres conditions de défaut, toutes sont considérées comme une seule condition de premier défaut.

Note 2 à l'article: La protection renforcée est définie dans l'IEC 60050-903:2013, 903-02-08.

[SOURCE: IEC Guide 104:2019, 3.8]

4 Classification

Les données pouvant être utilisées comme critères de classification figurent en 5.2.

5 Caractéristiques

5.1 Énumération des caractéristiques

Les caractéristiques d'un ACP doivent, chaque fois que cela est possible, être indiquées de la façon suivante:

- type d'ACP (5.2),
- valeurs assignées et valeurs limites du circuit principal (5.3),
- catégories d'emploi (5.4),
- circuits de commande (5.5),
- circuits auxiliaires (5.6),
- relais et déclencheurs (5.7),
- points faisant l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur (voir l'Annexe D).

NOTE Dans le contexte du présent document, le terme « fabricant » signifie toute personne, compagnie ou organisation avec la dernière responsabilité suivante:

- vérifier la conformité au présent document;

- fournir les informations concernant le produit en accord avec l'Article 6 (marquage, identification, caractéristiques).

Pour les échanges d'informations au format électronique (catalogue électronique, par exemple), l'IEC 62683-1 donne le format de données des caractéristiques essentielles des démarreurs-moteurs combinés et de leurs accessoires.

5.2 Type de matériel

5.2.1 Nombre de pôles

5.2.2 Nature du courant (courant alternatif ou courant continu)

5.2.3 Méthode de fonctionnement

Par exemple: électromagnétique, manuel, motorisé.

5.2.4 Méthode de commande

Par exemple:

- automatique (par auxiliaire automatique de commande ou par commande séquentielle),
- non automatique (tel que par poignée ou par boutons-poussoirs).

5.2.5 Méthode de réarmement après surcharge

Les types suivants existent:

- réarmement automatique,
- réarmement manuel local,
- réarmement à distance.

5.2.6 Méthode de réarmement après court-circuit

Les types suivants existent:

- ACP pouvant être réarmés à distance après déclenchement;
- ACP ne pouvant être réarmés à distance après déclenchement:
 - ACP n'exigeant pas de remplacer un élément renouvelable de protection contre les courts-circuits, par exemple un disjoncteur actionné manuellement;
 - ACP exigeant de remplacer un élément renouvelable de protection contre les courts-circuits, par exemple un élément de remplacement.

5.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour le circuit principal

5.3.1 Tensions assignées

Le paragraphe 5.3.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Les ACP pour réseaux non reliés à la terre ou pour réseaux reliés à la terre par une impédance (schéma IT) exigent des essais supplémentaires conformément à l'Annexe G.

5.3.2 Courants et puissances

Un ACP est défini par les courants et puissances suivants:

- courant thermique conventionnel à l'air libre (I_{th}): 5.3.2.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique;
- courant thermique conventionnel sous enveloppe (I_{the}): 5.3.2.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique;

- courant assigné d'emploi (I_e) ou, s'il y a lieu, puissance assignée d'emploi: 5.3.2.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique;

5.3.3 Fréquence assignée

Le paragraphe 5.3.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

5.3.4 Services assignés

Le paragraphe 5.3.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant à 5.3.4.3 de l'IEC 60947-1:2020 (service intermittent périodique ou service intermittent).

Dans le cas des catégories d'emploi AC-2, AC-3 et AC-3e, un cycle de manœuvres comprend le démarrage, le fonctionnement à pleine vitesse et la coupure d'alimentation du moteur.

NOTE Dans le cas d'un ACP commandant un moteur en service intermittent, la différence entre la constante de temps thermique du relais de surcharge et celle du moteur peut rendre un relais thermique mal adapté à la protection contre les surcharges. Pour les installations prévues pour un service intermittent, la question de la protection contre les surcharges fait l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

5.3.5 Caractéristiques en conditions normales de charge et de surcharge – Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure

Les paragraphes 5.3.5.2 et 5.3.5.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'appliquent avec les ajouts suivants.

Les exigences concernant les différentes catégories d'emploi (5.4) sont données en 8.2.4.1.

Les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure ne sont valables que lorsque l'ACP fonctionne suivant les exigences de 8.2.1.1 et 8.2.1.2.

5.3.6 Caractéristiques de court-circuit – Pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit (I_{cs})

Le paragraphe 5.3.6.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants.

Un pouvoir assigné de coupure en court-circuit exige que l'ACP puisse couper tout courant de court-circuit de valeur inférieure ou égale à ce pouvoir assigné de coupure à une tension de rétablissement à fréquence industrielle correspondant à la valeur prescrite pour la tension d'essai et,

- en courant alternatif, à tout facteur de puissance supérieur ou égal à celui du Tableau 16 de l'IEC 60947-1:2020;
- en courant continu, à une constante de temps inférieure ou égale à celle du Tableau 16 de l'IEC 60947-1:2020.

Le pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit d'un ACP est la valeur du pouvoir de coupure de service en court-circuit fixée pour cet ACP par le fabricant pour la tension assignée d'emploi correspondante, dans les conditions spécifiées en 9.5.3.3. Il s'exprime par la valeur du courant coupé présumé. I_{cs} doit être supérieur ou égal au courant conventionnel présumé I_{cr} (voir 8.2.5 a)).

En courant alternatif, le pouvoir assigné de fermeture en court-circuit d'un ACP ne doit pas être inférieur à son pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit multiplié par le facteur n figurant dans le Tableau 16 de l'IEC 60947-1:2020.

En courant continu, le pouvoir assigné de fermeture en court-circuit d'un ACP ne doit pas être inférieur à son pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit.

5.3.7 Impédance de pôle d'un ACP (Z)

Le paragraphe 5.3.7 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

5.4 Catégories d'emploi

5.4.1 Généralités

Le paragraphe 5.4 de l'IEC 60947-1: 2020 s'applique avec les ajouts suivants.

Les catégories d'emploi figurant dans le Tableau 1 sont considérées comme normales. Tout autre type d'emploi doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur, mais les informations données dans le catalogue du fabricant ou dans une offre peuvent constituer un tel accord.

Chaque catégorie d'emploi est caractérisée par les valeurs des courants (y compris le courant d'essai conventionnel présumé, voir 8.2.5 a)), des tensions, des facteurs de puissance ou des constantes de temps et d'autres données figurant dans le Tableau 9, le Tableau 10, le Tableau 11, le Tableau 12 et le Tableau 13, et par les conditions d'essai spécifiées dans le présent document.

Il est donc inutile, pour les ACP définis par leur catégorie d'emploi, de spécifier séparément les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure car ces valeurs dépendent directement de la catégorie d'emploi comme le montre le Tableau 9.

Pour toutes les catégories d'emploi, la tension est la tension assignée d'emploi de l'ACP.

Tableau 1 – Catégories d'emploi

Catégories d'emploi spécifiques	Catégories d'emploi harmonisées ^d	Charge type
AC-40		Circuits de distribution comprenant des charges mixtes résistives et réactives ayant une réactance résultante inductive
AC-41	AC-1	Charges non inductives ou faiblement inductives
AC-42	AC-2	Moteurs à bagues ou combinaison de charges résistives et inductives, incluant de faibles surcharges
AC-43	AC-3	Moteurs à cage ^{a, b}
	AC-3e	Moteurs à cage avec courant à rotor bloqué plus élevé ^{a, c}
AC-44	AC-4	Moteurs à cage ^b inversion de marche, marche par à-coups
AC-45a	AC-5a	Lampes à décharge
AC-45b	AC-5b	Lampes à incandescence à courant continu
DC-40		Circuits de distribution comprenant des charges mixtes résistives et réactives ayant une réactance résultante inductive
DC-41	DC-1	Charges non inductives ou faiblement inductives
DC-43	DC-3	Moteurs à excitation en dérivation
DC-45	DC-5	Moteurs série
DC-46	DC-6	Lampes à incandescence à courant continu

^a La catégorie AC-3 peut être utilisée pour des marches par à-coups ou des inversions de marche de manœuvres occasionnelles de durée limitée, par exemple lors du montage d'une machine; il convient que le nombre de ces manœuvres pendant ces durées limitées ne dépasse pas cinq manœuvres par minute ni plus de 10 manœuvres pour une durée de 10 min.

^b Moteur asynchrone de conception N et H conformément à l'IEC 60034-12:2016.

^c Moteur asynchrone de conception NE et HE, conformément à l'IEC 60034-12:2016, présentant une puissance apparente et un courant à rotor bloqué étendus supérieurs à ceux de la conception N et H respectivement, afin d'atteindre une classe de rendement supérieure conformément à l'IEC 60034-30-1.

^d Les nouvelles catégories d'emploi conformément à l'Annexe A de l'IEC 60947-1:2020 sont proposées pour remplacer les catégories spécifiques, mais les catégories d'emploi spécifiques restent valides.

5.4.2 Attribution des catégories d'emploi suivant les résultats d'essai

- a) Un ACP qui a été soumis à essai pour une catégorie d'emploi ou avec toute combinaison de paramètres (tels que tension et courant d'emploi maximaux, etc.) peut se voir attribuer d'autres catégories d'emploi sans essai supplémentaire pourvu que les grandeurs d'essai, tensions, courants, facteurs de puissance ou constantes de temps, nombre de cycles de manœuvres, durées à l'état passant et durées à l'état non passant données dans le Tableau 9 et le Tableau 10 et le circuit d'essai pour les catégories d'emploi attribuées ne soient pas plus sévères que celles auxquelles l'ACP a été soumis à essai et que l'échauffement a été vérifié à un courant non inférieur au plus grand courant assigné d'emploi en service continu.

Par exemple, un ACP soumis à essai pour la catégorie d'emploi AC-4 peut se voir attribuer la catégorie d'emploi AC-3 pourvu que I_e pour AC-3 ne soit pas supérieur à 1,2 fois I_e pour AC-4 à la même tension assignée d'emploi.

- b) Un ACP de catégorie DC-3 ou DC-5 est supposé pouvoir s'ouvrir et se fermer sur des charges autres que celles ayant servi pour les essais à condition que:

- la tension et le courant ne dépassent pas les valeurs spécifiées pour U_e et I_e ;
- l'énergie J emmagasinée dans la charge réelle soit inférieure ou égale à l'énergie J_c emmagasinée dans la charge avec laquelle l'ACP a été soumis à essai. Les valeurs de l'énergie emmagasinée dans le circuit d'essai sont les suivantes:

- pour DC-3: $J_c = 0,005\,25 \times U_e \times I_e$
- pour DC-5: $J_c = 0,031\,5 \times U_e \times I_e$

Les valeurs des constantes 0,005 25 et 0,031 5 sont déterminées à partir de la formule: $I_c = \frac{1}{2} LI^2$ dans laquelle la constante de temps a été remplacée par $2,5 \times 10^{-3}$ s pour DC-3 et par 15×10^{-3} s pour DC-5 et où $U = 1,05 U_e$ et $I = 4 I_e$ (voir Tableau 9).

5.4.3 Application des catégories d'emploi à la commande des moteurs

Les conditions représentatives de service sont:

- un sens de rotation avec coupure du moteur lancé en conditions de service normal (catégories d'emploi AC-2, AC-3 et AC-3e);
- deux sens de rotation, mais la marche dans le second sens n'est réalisée qu'après mise hors circuit de l'ACP et obtention de l'arrêt complet du moteur (catégories d'emploi AC-2, AC-3 et AC-3e);
- un sens de rotation ou deux sens de rotation comme dans l'alinéa précédent, mais avec possibilité de service par à-coups peu fréquents. Pour cette condition de marche, un ACP direct est habituellement utilisé (catégorie d'emploi AC-3 et AC-3e);
- un sens de marche avec de fréquentes marches par à-coups; un ACP direct est habituellement utilisé (catégorie d'emploi AC-4);
- un ou deux sens de marche, mais avec la possibilité d'inversions de marche peu fréquentes pour arrêter le moteur, l'inversion de sens de marche étant accompagnée d'un freinage par résistance rotorique (ACP inverseur avec freinage) lorsque celle-ci existe. Dans ce cas, un ACP peut être utilisé dans le circuit statorique (catégorie d'emploi AC-2);
- deux sens de marche, mais avec la possibilité d'inversion des connexions d'alimentation du moteur pendant qu'il tourne dans le premier sens afin d'assurer sa rotation dans l'autre sens, avec coupure du moteur lancé en condition de service normal. Pour cette condition de service, un ACP inverseur à démarrage direct avec capacité d'inversion du sens de marche est habituellement utilisé (catégorie d'emploi AC-4).

Sauf prescription contraire, les ACP utilisés comme démarreurs sont conçus en fonction des caractéristiques des moteurs compatibles avec les pouvoirs de fermeture du Tableau 9. Lorsque le courant de démarrage d'un moteur dépasse ces valeurs, il convient d'utiliser un ACP ayant un courant assigné d'emploi plus élevé.

5.5 Circuits de commande

Le paragraphe 5.5 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants.

La liste de caractéristiques donnée en 5.5.1 de l'IEC 60947-1:2020 doit être complétée par:

- énergie limitée (si la source est conforme à 8.1.14);
- alimentation à très basse tension de sécurité (TBTS) (à très basse tension de protection (TBTP)) (conformément à l'Annexe N de l'IEC 60947-1:2020);

NOTE Aux Etats-Unis et au Canada, les circuits de commande peuvent être caractérisés comme sources de Classe 2 telles que définies dans le Code national de l'électricité des Etats-Unis (NFPA 70, National Electrical Code), et le Code canadien de l'électricité (CSA C22.1), au lieu ou en plus des sources TBTS (TBTP).

- la consommation d'énergie de l'électroaimant d'un ACP, nécessaire pour déterminer les caractéristiques de l'alimentation électrique du circuit de commande, est donnée par:
 - la puissance de maintien,
 - la puissance d'appel.

5.6 Circuits auxiliaires

Le paragraphe 5.6 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

Les entrées numériques et/ou les sorties numériques contenues dans l'ACP, et prévues pour être compatibles avec les ACP, doivent satisfaire aux exigences de l'Annexe S de l'IEC 60947-1:2020.

L'Annexe F s'applique aux ACP équipés d'un contact miroir.

5.7 Relais ou déclencheurs

5.7.1 Enumération des caractéristiques

Les caractéristiques des relais et des déclencheurs doivent être établies dans les termes suivants, s'il y a lieu:

- types de relais ou de déclencheur (voir 5.7.2),
- valeurs caractéristiques (voir 5.7.3),
- désignation et courant de réglage des relais de surcharge (voir 5.7.4),
- caractéristiques temps-courant des relais de surcharge (voir 0),
- influence de la température de l'air ambiant (voir 5.7.6),
- fonctions étendues comme indiqué dans l'Annexe T de l'IEC 60947-1:2020,
- indicateur de surveillance de charge comme indiqué dans l'Annexe M.

5.7.2 Types de relais ou de déclencheurs

5.7.2.1 Déclencheur à bobine en dérivation (shunt) (3.6.34 de l'IEC 60947-1:2020)

5.7.2.2 Relais ou déclencheur d'ouverture à minimum de tension (3.6.35 de l'IEC 60947-1:2020).

5.7.2.3 Relais ou déclencheurs à maximum de courant

5.7.2.3.1 Relais ou déclencheurs de surcharge

- a) Relais ou déclencheur instantané de surcharge (par exemple sensible au blocage, voir 3.2.10).
- b) Relais ou déclencheur de surintensité à retard indépendant (3.6.27 de l'IEC 60947-1:2020).
- c) Relais ou déclencheur de surintensité à temps inverse (3.6.28 de l'IEC 60947-1:2020) dont le retard est:
 - i) notablement indépendant de la charge préalable;
 - ii) dépendant de la charge préalable;
 - iii) dépendant de la charge préalable et en plus sensible à la perte de phase (voir 3.2.6).
- d) Relais ou déclencheur de calage (voir 3.2.9).

5.7.2.3.2 Relais ou déclencheurs de court-circuit

- a) Relais ou déclencheurs instantanés de court-circuit.
- b) Relais ou déclencheur de surintensité à retard indépendant (3.6.27 de l'IEC 60947-1:2020).

NOTE Un ACP a une combinaison de relais ou de déclencheurs correspondant à 5.7.2.3.1 et 5.7.2.3.2 ci-dessus.

5.7.2.4 Autres relais et déclencheurs (par exemple: relais sensible à un défaut de phase, relais de commande associé avec des dispositifs de protection thermique de moteurs, relais à courant différentiel résiduel)

Les types mentionnés en 5.7.2.4 exigent un accord entre le fabricant et l'utilisateur suivant l'application envisagée.

5.7.3 Grandeurs caractéristiques

Relais ou déclencheur à bobine en dérivation, à minimum de tension (à minimum de courant), à maximum de tension (à maximum de courant à fonctionnement instantané), à déséquilibre de courant ou de tension et à inversion de phase:

- tension (ou courant) assigné(e);
- fréquence assignée;
- tension (ou courant) de fonctionnement;
- temps de fonctionnement (s'il y a lieu);
- temps d'inhibition (s'il y a lieu).

Relais ou déclencheur à maximum de courant:

- désignation et courant de réglage (voir 5.7.4);
- fréquence assignée, si nécessaire (par exemple dans le cas d'un relais de surcharge alimenté par un transformateur de courant);
- caractéristiques temps-courant (ou plage de caractéristiques), s'il y a lieu;
- classe de déclenchement selon la classification du Tableau 3, ou la valeur de la durée maximale de déclenchement, exprimée en secondes, dans les conditions spécifiées dans le Tableau 2, colonne D, lorsque cette durée dépasse 40 s;
- nature du relais: thermique, magnétique, électronique ou électronique sans mémoire thermique;
- nature de la réinitialisation: qu'elle soit manuelle ou automatique, la position doit être indiquée;
- temps de déclenchement des relais de surcharge de classe 10 A s'il est supérieur à 2 min à -5 °C ou à une température inférieure (voir 8.2.1.5.1.1).

Déclencheur avec relais de détection de courant résiduel:

- courant assigné;
- courant de fonctionnement;
- temps de fonctionnement ou caractéristique temps-courant selon le Tableau T.1 de l'IEC 60947-1:2020;
- temps d'inhibition (s'il y a lieu);
- désignation de type (voir l'Annexe T de l'IEC 60947-1:2020).

5.7.4 Désignation et courant de réglage des relais ou déclencheurs de surcharge

Les relais ou déclencheurs de surcharge sont désignés par leur courant de réglage (ou les limites supérieure et inférieure du domaine du courant de réglage s'ils sont réglables) et leur classe de déclenchement s'il y a lieu. Le courant de réglage (ou la plage du courant de réglage) doit être marqué sur le relais ou le déclencheur.

5.7.5 Caractéristique temps/courant des relais et déclencheurs à maximum de courant

Relais ou déclencheur temporisé:

- à retard indépendant: la temporisation de ces relais ou déclencheurs est indépendante de la surintensité. Le réglage de la durée de déclenchement doit être défini comme égal à la valeur en secondes de la durée d'ouverture de l'ACP si le retard n'est pas réglable, ou aux valeurs minimale et maximale de la durée d'ouverture si le retard est réglable;
- à temps inverse: les caractéristiques temps/courant doivent être données sous forme de courbes fournies par le fabricant. Celles-ci doivent indiquer comment la durée d'ouverture à partir de l'état froid varie en fonction du courant dans la plage de fonctionnement du relais ou du déclencheur. Le fabricant doit indiquer, par des moyens adaptés, les tolérances applicables à ces courbes. Ces courbes doivent être données pour chacune des valeurs minimale ou maximale du courant de réglage et, si le temps de réglage pour un courant donné est réglable, il est recommandé qu'elles soient également données pour chacune des valeurs minimale ou maximale du temps de réglage.
- Durée d'ouverture: le paragraphe 3.7.39 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants.
 - dans le cas d'un ACP déclenché par un relais ou un déclencheur à maximum de courant, l'instant de début de la durée d'ouverture est l'instant où le courant atteint une valeur suffisante pour provoquer la manœuvre de l'ACP;
 - dans le cas d'un ACP actionné par toute forme d'énergie auxiliaire, l'instant de début de la durée d'ouverture est l'instant d'application ou de suppression de l'énergie auxiliaire au déclencheur d'ouverture.

NOTE 1 Pour les ACP, la « durée d'ouverture » est couramment appelée « durée de déclenchement » bien que, à proprement parler, la durée de déclenchement comprenne le délai entre l'instant où commence la durée d'ouverture et celui où la commande de l'ouverture devient irréversible.

NOTE 2 Le courant est tracé en abscisse et le temps en ordonnée, avec des échelles logarithmiques. Le courant est tracé comme multiple du courant de réglage I_r et du temps en secondes sur le papier millimétré normal détaillé en 5.6.1 et à la Figure 1 de l'IEC 60269-1:2006 et à la Figure 104, la Figure 504 et la Figure 505 de l'IEC 60269-2:2013.

5.7.6 Influence de la température de l'air ambiant

Sauf spécification contraire, la valeur de fonctionnement des relais ou déclencheurs à maximum de courant autres que ceux du type thermique est indépendante de la température de l'air ambiant dans les limites de -5 °C à +40 °C.

Pour les relais ou déclencheurs de type thermique:

Les caractéristiques temps/courant correspondent à une valeur déterminée de la température de l'air ambiant et elles se rapportent à une absence de charge préalable du relais de surcharge (c'est-à-dire à un état initial froid).

Cette valeur de température de l'air ambiant doit être clairement indiquée sur les courbes de temporisation; les valeurs préférentielles sont +20 °C ou +40 °C.

Les relais ou déclencheurs de surcharge doivent pouvoir fonctionner dans la plage de températures de l'air ambiant comprise entre -5 °C et +40 °C, et le fabricant doit être en mesure de spécifier l'effet des variations de la température de l'air ambiant sur les caractéristiques des relais ou déclencheurs de surcharge.

6 Informations sur le produit

6.1 Nature des informations

6.1.1 Identification

- a) Le nom du fabricant ou sa marque de fabrique.
- b) La désignation de type ou le numéro de série.
- c) La référence à la présente partie, si le fabricant déclare y être conforme.

6.1.2 Caractéristiques

- d) Les tensions assignées d'emploi U_e (voir 5.3.1 et, s'il y a lieu, l'Annexe G).
- e) Les catégories d'emploi et les courants assignés d'emploi (ou, s'il y a lieu, les puissances assignées), aux tensions assignées d'emploi.
- f) Soit la fréquence assignée (par exemple: 50 Hz, 50 Hz/60 Hz) et/ou l'indication « courant continu » [ou le symbole — — — (IEC 60417-5031:2002-10)].
- g) Le service assigné avec indication de la classe de service intermittent s'il y a lieu.
- h) L'impédance de pôle de l'appareil de connexion (Z).
- i1) Le pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit (I_{cs}) (voir 5.3.6).
- i2) La tension assignée d'isolement selon 5.3.1.2 de l'IEC 60947-1:2020.
- j) La tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp}).
- k) L'indication des positions ouverte et fermée (selon 8.1.6).
- l) Le degré de pollution (voir l'Article 7).
- m) La tension assignée des circuits de commande (U_c), la nature du courant et la fréquence assignée (dans le cas du courant alternatif).

NOTE 1 D'autres informations, telles que la puissance de maintien ou d'appel, peuvent être données, par exemple dans la documentation du produit.

- n) Le code IP selon l'Annexe C de l'IEC 60947-1:2020.

NOTE 2 Aux Etats-Unis et au Canada, cette protection est définie par le National Electrical Code (NFPA 70) et le Code canadien de l'électricité (CSA C22.1), comme « Enclosure Environmental Type Ratings » (Classification de l'environnement des enveloppes).

- o) Si nécessaire, la nature du courant, la fréquence assignée et la tension assignée d'alimentation du circuit de commande (U_s).

Dans le cas des électroaimants commandés électroniquement, d'autres informations peuvent également être nécessaires, par exemple la configuration du circuit de commande (voir 5.5 du présent document et l'Annexe U de l'IEC 60947-1:2020).

- p) Les caractéristiques assignées des circuits auxiliaires.
- q1) L'altitude maximale admissible du site d'installation, si elle est supérieure à 2 000 m.
- q2) La taille minimale de l'enveloppe et les données de ventilation (le cas échéant) auxquelles les caractéristiques assignées s'appliquent.
- q3) Les détails de distance minimale entre l'ACP et les parties métalliques mises à la terre pour les ACP destinés à être utilisés sans enveloppe.
- r) Le courant de réglage et l'identification des caractéristiques temps-courant des relais ou déclencheurs à maximum de courant, en précisant, conformément à 5.7, si le relais électronique de surcharge ne contient pas de mémoire thermique.
- s) Les autres caractéristiques de relais ou déclencheurs à maximum de courant conformément à 5.7.
- t) Dans le cas des éléments remplaçables de protection contre les courts-circuits (voir 5.2), le courant assigné, le type et les caractéristiques conformément à la norme correspondante.

- u1) L'aptitude au sectionnement, s'il y a lieu (voir 6.2 de l'IEC 60947-1:2020).
 - u2) L'aptitude aux schémas de mise à la terre de type IT conformément à l'Annexe G.
 - v) L'environnement A ou l'environnement B (voir 8.3.1 de l'IEC 60947-1:2020).
 - w1) La longueur d'isolation à retirer avant l'insertion du conducteur dans la borne.
 - w2) Le nombre maximal de conducteurs qui peuvent être serrés.
 - w3) Pour les bornes non universelles sans vis:
 - « s » ou « sol » pour les bornes déclarées pour les conducteurs rigides-massifs;
 - « r » pour les bornes déclarées pour les conducteurs rigides (massifs et toronnés);
 - « f » pour les bornes déclarées pour les conducteurs souples.
 - w4) Les exigences spéciales, le cas échéant, par exemple conducteurs blindés ou torsadés.
- NOTE 3 Des conducteurs non blindés ou non torsadés sont considérés comme des conditions normales d'installation.
- x) La section minimale du câble, si elle est différente du Tableau 9 de l'IEC 60947-1:2020, pour les caractéristiques assignées ≤ 20 A conformément au pouvoir assigné de coupure ultime en court-circuit I_{cu} .
 - y) Les valeurs de couple de serrage pour les bornes de l'ACP.
 - z1) La référence des accessoires de câblage dédiés qui peuvent être utilisés pour câbler l'ACP.
 - z2) La déclaration de matière conformément à l'Annexe W de l'IEC 60947-1:2020.

6.2 Marquage

Le paragraphe 6.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants relatifs à 6.1.1 et 6.1.2 ci-dessus:

- les indications des points c) et n) (si le degré de protection est différent de IP00) doivent être marquées sur le matériel;
- les indications des points d) à g), i) à m), o) à q), s) et v) à z2) doivent figurer sur la plaque signalétique ou sur le matériel ou dans les ouvrages de référence publiés par le fabricant;
- les indications des points h) et t) et les indications de fonctionnement des points d), e) et f) doivent être marquées sur l'ACP;
- les indications du point r) doivent être marquées sur le relais ou le déclencheur;
- l'indication du point u) doit être marquée sur l'ACP, le symbole complet étant:

 (IEC 60417-6410:2018-11);
- les bornes doivent être marquées de manière à identifier nettement les bornes d'alimentation et de charge (voir 8.1.8.2).

NOTE Les indications des points a) et b) de 6.1.1 sont déjà traitées dans 6.2 de l'IEC 60947-1:2020.

Si le fabricant déclare un relais électronique de surcharge sans mémoire thermique, cela doit être marqué sur l'appareil.

Pour les accessoires dédiés utilisés pour le câblage de l'ACP, les indications du point c) de 6.1.1, du point i2) de 6.1.2 et le courant I_{th} , le cas échéant, doivent figurer dans les ouvrages de référence publiés par le fabricant.

6.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et de maintenance

Le paragraphe 6.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Les instructions doivent également traiter des accessoires de câblage dédiés.

Des informations supplémentaires relatives à la mise hors service et au démontage de l'appareil doivent être maintenues à disposition de l'utilisateur en cas de conditions dangereuses prévisibles de l'appareil, par exemple en raison d'énergie emmagasinée, d'instabilité ou de chute d'objets, etc.

Le fabricant d'un ACP, incorporant un relais de surcharge à réarmement automatique capable d'être raccordé de telle manière qu'il permette un redémarrage automatique, doit fournir avec l'ACP les informations nécessaires pour alerter l'utilisateur de la possibilité d'un redémarrage automatique.

Si la construction exige la mise sous tension par une source d'énergie externe qui n'est pas une source à énergie limitée telle que définie en 8.1.14, le fabricant doit fournir les informations appropriées pour la protection des accès contre les courts-circuits et les surintensités.

Pour chaque danger potentiel applicable, le fabricant doit fournir des signaux de sécurité, des symboles graphiques ou des notes de sécurité relatifs au danger, par exemple en utilisant l'IEC 60417-5036:2002-10. Des mots d'alerte doivent être définis conformément à l'ISO 3864-2.

NOTE L'ISO/IEC 82079-1 donne des recommandations pour développer des instructions de sécurité.

6.4 Informations relatives à l'environnement

Le paragraphe 6.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

NOTE La future publication IEC TS 63058² indiquera la méthode pour l'évaluation de l'impact environnemental des appareillages.

7 Conditions de service normal, de montage et de transport

L'Article 7 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants.

Sauf indication contraire du fabricant, un ACP est destiné à être utilisé dans les conditions d'environnement du degré de pollution 3, définies en 7.1.3.2 de l'IEC 60947-1:2020. Toutefois, d'autres degrés de pollution peuvent s'appliquer en fonction du microenvironnement.

Le montage sur rail doit être spécifié conformément à l'IEC 60715:2017, le cas échéant.

Les conditions normales de vibration et de choc sont définies dans la note ^b en bas du Tableau Q.1 de l'IEC 60947-1:2020.

8 Exigences relatives à la construction et aux performances

8.1 Exigences relatives à la construction

8.1.1 Généralités

Le paragraphe 8.1.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Des mesures doivent être prises pour réduire la possibilité de blessure ou, en cas d'incendie, de dommages matériels, pendant l'installation et l'entretien, dans des conditions de fonctionnement normal, de fonctionnement anormal et en cas de mauvais usages raisonnablement prévisibles. Les exigences du présent document précisent en général ces mesures.

² En cours d'élaboration. Stade à la date de publication: IEC TS APUB 63058:2020.

La protection contre les dangers provoqués par les circuits électroniques doit être maintenue dans des conditions normales et de premier défaut, comme spécifié dans le présent document.

Les composants utilisés pour la construction du matériel, conformes à leur norme de produit IEC correspondante, n'exigent pas d'évaluation distincte. Les composants ou assemblages de composants, pour lesquels il n'existe aucune norme de produit correspondante, doivent être soumis à essai conformément aux exigences du présent document.

Si le produit est prévu pour une utilisation avec du matériel auxiliaire particulier et des accessoires de câblage dédiés, l'évaluation de la sécurité et les essais doivent inclure ce matériel auxiliaire et ces accessoires, à moins qu'il puisse être démontré qu'ils n'affectent aucunement la sécurité du matériel.

La partie accessible de l'appareil, et en particulier les organes de manœuvre, ne doivent présenter aucune arête vive ni aucun angle susceptible de blesser l'opérateur.

Le manuel d'utilisation doit donner les détails de toutes les mesures de sécurité destinées à l'utilisateur. Un avertissement clair doit figurer dans le manuel d'utilisation lorsque des ajustements ou des réglages pourraient entraîner une situation dangereuse.

Le réglage de la réinitialisation automatique du déclencheur de surcharge doit être identifié dans le manuel d'utilisation comme un avertissement spécifique de sécurité.

Il convient de bien prendre en compte l'Annexe O de l'IEC 60947-1:2020, particulièrement pour substituer ou réduire l'utilisation de substances dangereuses ou, si cela s'avère impossible, pour fournir des mesures visant à empêcher leur émission et le contact avec celles-ci.

8.1.2 Matériaux

8.1.2.1 Exigences générales relatives aux matériaux

Le paragraphe 8.1.2.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

NOTE Les aspects relatifs au danger d'incendie sont détaillés dans l'IEC TR 63054.

Il n'est pas exigé des pièces en matériau isolant situées dans les circuits électriques provenant de sources à énergie limitée conformément à 8.1.14 qu'elles satisfassent aux exigences du présent paragraphe.

8.1.2.2 Essai au fil incandescent

Le paragraphe 8.1.2.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Lorsque les essais sur le matériel ou sur des parties issues du matériel sont utilisés, les pièces en matériau isolant nécessaires au maintien en position des parties transportant le courant doivent satisfaire à l'essai au fil incandescent de 9.2.2.1 de l'IEC 60947-1:2020 à une température d'essai de 960 °C.

8.1.2.3 Essai selon la catégorie d'inflammabilité

Le paragraphe 8.1.2.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.3 Parties transportant le courant et leurs connexions

Le paragraphe 8.1.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.4 Distances d'isolement et lignes de fuite

Le paragraphe 8.1.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Il n'est pas exigé des distances d'isolement ni des lignes de fuite dans les circuits électriques provenant de sources à énergie limitée telles que définies en 8.1.14 qu'elles satisfassent aux exigences du présent paragraphe.

Les distances d'isolement et les lignes de fuite sur les circuits imprimés, y compris les composants montés dessus, conçus conformément à 8.1.14, sont considérées satisfaire aux exigences pour l'isolation fonctionnelle, principale, supplémentaire et renforcée, et ne nécessitent aucune investigation supplémentaire.

Si des circuits TBTS et TBTP sont accessibles, ils doivent être séparés des autres parties actives dangereuses conformément aux exigences de l'Annexe N relatives à l'impédance de protection, en plus de l'Annexe N de l'IEC 60947-1:2020.

NOTE Si certains circuits ne sont accessibles que pour la maintenance ou dans des conditions similaires, ils peuvent, selon le niveau de risque (gravité du préjudice et probabilité d'occurrence), être considérés comme étant dans des conditions de service normal (voir 6.1) et n'utiliser qu'une isolation principale. Les parties accessibles peuvent être identifiées à l'aide des calibres d'essai conformément à l'IEC 61032.

8.1.5 Organe de commande

8.1.5.1 Isolement

Le paragraphe 8.1.5.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.5.2 Sens du mouvement

Le paragraphe 8.1.5.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.5.3 Fixation

Les organes de commande montés sur des panneaux amovibles ou à des portes ouvrables doivent être conçus de telle façon que, lorsque les panneaux sont remis en place ou que les portes sont fermées, l'organe de commande s'engage correctement avec le mécanisme associé.

8.1.5.4 Protection

Aucun chemin ni ouverture ne doit permettre la libération de particules incandescentes sur la zone des organes de manœuvre manuels.

8.1.6 Indication de la position des contacts

8.1.6.1 Dispositifs indicateurs

Le paragraphe 8.1.6.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.6.2 Indication par l'organe de commande

Le paragraphe 8.1.6.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.7 Exigences supplémentaires pour les matériels aptes au sectionnement

Le paragraphe 8.1.7 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Si la position de déclenchement de l'ACP n'est pas la position d'ouverture indiquée, il convient que cela soit clairement visible. La vérification de la position de contact du circuit principal apte au sectionnement doit être soumise à essai conformément à 9.5.2.6.

Les ACP aptes au sectionnement doivent comporter des dispositifs leur permettant d'être verrouillés en position d'ouverture.

8.1.8 Bornes

8.1.8.1 Généralités

Le paragraphe 8.1.8 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les exigences supplémentaires suivantes.

8.1.8.2 Identification et marquage des bornes

Le paragraphe 8.1.8.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les exigences supplémentaires figurant dans l'Annexe C, ainsi que l'ajout suivant.

Les bornes d'alimentation et de charge des ACP de catégories d'emploi AC-40 et DC-40, dont les unités de déclenchement ne sont pas séparables ou sont scellées afin de ne pas être retirées, peuvent ne pas être identifiées, auquel cas les circuits de commande ne doivent pas être raccordés intérieurement au circuit principal.

8.1.9 Exigences supplémentaires pour les matériels dotés d'un pôle neutre

Le paragraphe 8.1.9 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.10 Dispositions pour assurer la mise à la terre de protection

Le paragraphe 8.1.10 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.11 Enveloppes pour le matériel

8.1.11.1 Conception

Le paragraphe 8.1.11.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Dans le cas des ACP sous enveloppe dotés d'un organe manuel de commande actionné de l'extérieur, la porte ou le panneau doit être verrouillé de manière à ne pouvoir être ouvert sans que l'ACP soit en position d'ouverture. Cependant, des dispositions peuvent être prises pour ouvrir la porte ou le panneau à l'aide d'un outil, l'ACP étant en position MARCHE.

8.1.11.2 Isolement

Le paragraphe 8.1.11.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.12 Degrés de protection du matériel sous enveloppe

Le paragraphe 8.1.12 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.13 Traction, torsion et flexion avec des conduits métalliques

Le paragraphe 8.1.13 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.14 Source à énergie limitée

8.1.14.1 Généralités

Une source à énergie limitée peut être mise en œuvre comme circuit secondaire dérivé des circuits connectés à une partie active dangereuse avec les dispositifs de séparation suivants:

- a) séparation galvanique,
- b) impédance de limitation de courant.

NOTE Les sources de classe 2 telles que définies dans la NFPA 70, National Electrical Code (Code national de l'électricité des Etats-Unis) et le Code canadien de l'électricité (CSA C22.1) ont les mêmes caractéristiques de sortie électrique que les sources d'énergie limitées à séparation galvanique.

8.1.14.2 Source à énergie limitée avec séparation galvanique

Une source à énergie limitée avec séparation galvanique comprend un composant de séparation tel qu'un transformateur entre le circuit primaire et la sortie à énergie limitée. Elle doit être conforme à l'une des exigences suivantes.

- a) la sortie est par nature limitée conformément au Tableau 20; ou
- b) une impédance linéaire ou non linéaire limite la sortie conformément au Tableau 20. Si un appareil à coefficient de température positif (par exemple CTP) est utilisé, il doit satisfaire aux essais applicables spécifiés de l'IEC 60730-1; ou
- c) un réseau de stabilisation limite la sortie conformément au Tableau 20, avec et sans premier défaut dans ledit réseau; ou
- d) un dispositif de protection contre les surintensités est utilisé et la sortie est limitée conformément au Tableau 21.

Lorsqu'un dispositif de protection contre les surintensités est utilisé, il doit s'agir d'un fusible ou d'un dispositif électromécanique non réglable.

La conformité pour la détermination de la puissance maximale admise est vérifiée par l'essai de 9.2.4.

En cas d'alimentation électrique externe sans dispositif de protection contre les surintensités, les valeurs indiquées dans le Tableau 20 ne doivent pas être dépassées. En cas d'alimentation électrique externe avec dispositif de protection contre les surintensités, les valeurs données dans le Tableau 21 ne doivent pas être dépassées.

Tableau 20 – Limites pour les sources à énergie limitée sans dispositif de protection contre les surintensités

Tension de sortie ^a		Courant de sortie ^{b, d}	Puissance maximale ^c
U_{oc}		I_{sc}	S
V en courant alternatif	V en courant continu	A	VA
≤ 30 (en valeur efficace)	≤ 30	≤ 8	100
-	$30 < U_{oc} \leq 60$ ^e	$\leq \frac{150}{U_{oc}}$	100

NOTE Le présent tableau sera déplacé dans la future révision de l'IEC 60947-1 et est donc numéroté différemment des autres tableaux du présent document.

U_{oc} : tension de sortie mesurée avec tous les circuits de charge déconnectés. Il s'agit de tensions alternatives essentiellement sinusoïdales ou continues sans ondulation. Pour les tensions alternatives non sinusoïdales et les tensions continues avec des ondulations supérieures de 10 % de la valeur de crête, celle-ci ne doit pas dépasser 42,4 V.

a. I_{sc} : courant maximal de sortie sur charge non capacitive, y compris un court-circuit.

b. S (VA): puissance apparente maximale de sortie sur charge non capacitive telle que déterminée par 9.2.4.

c. La mesure de I_{sc} est effectuée 5 s après l'application de la charge si la protection est réalisée par un circuit électronique ou un dispositif à coefficient de température positif (par exemple CTP), et 60 s dans les autres cas.

d. Aux Etats-Unis, la limite est de 60 V en courant continu ou découpé en dehors de la plage 10 Hz à 200 Hz, et de 24,8 V en courant continu découpé entre 10 Hz et 200 Hz.

Tableau 21 – Limites pour les sources à énergie limitée avec dispositif de protection contre les surintensités

Tension de sortie ^a		Courant de sortie ^{b, d}	Puissance maximale ^{c, d}	Courant assigné du dispositif de protection contre les surintensités ^e
U_{oc}		I_{sc}	S	A
V en courant alternatif	V en courant continu	A	VA	
≤ 20	≤ 20	$\leq \frac{100}{U_{oc}}$	250	$\leq 5,0$
$20 < U_{oc} \leq 30$	$20 < U_{oc} \leq 30$ ^f			$\leq \frac{100}{U_{oc}}$
-	$30 < U_{oc} \leq 60$ ^f			$\leq \frac{100}{U_{oc}}$

NOTE 1 Les mesures sont réalisées avec les dispositifs de protection contre les surintensités contournés afin de déterminer la quantité d'énergie disponible pour provoquer une possible surchauffe pendant le délai de déclenchement des dispositifs de protection contre les surintensités.

NOTE 2 Le présent tableau sera déplacé dans la future révision de l'IEC 60947-1 et est donc numéroté différemment des autres tableaux du présent document.

^a U_{oc} : tension de sortie mesurée avec tous les circuits de charge déconnectés. Il s'agit de tensions alternatives essentiellement sinusoïdales ou continues sans ondulation. Pour les tensions alternatives non sinusoïdales et les tensions continues avec des ondulations supérieures de 10 % de la valeur de crête, celle-ci ne doit pas dépasser 42,4 V.

^b I_{sc} : courant maximal de sortie sur charge non capacitive, y compris en court-circuit, mesuré 60 s après l'application de la charge.

^c S (VA): puissance apparente maximale de sortie sur charge non capacitive mesurée 60 s après l'application de la charge telle que déterminée par 9.2.4.

^d Les impédances de limitation de courant sont maintenues pendant la mesure, mais les dispositifs de protection contre les surintensités sont contournés.

^e Les courants assignés des dispositifs de protection contre les surintensités qui coupent le circuit dans les 120 s qui suivent avec un courant égal à 210 % du courant assigné indiqué dans le tableau.

^f Aux Etats-Unis, la limite est de 60 V en courant continu ou découpé en dehors de la plage 10 Hz à 200 Hz, et de 24,8 V en courant continu découpé entre 10 Hz et 200 Hz.

8.1.14.3 Source à énergie limitée avec impédance de limitation de courant

Une source à énergie limitée avec impédance de limitation de courant présente les caractéristiques suivantes:

- la tension de sortie est limitée conformément au Tableau 22; et
- une impédance linéaire ou non linéaire limite la sortie conformément au Tableau 22, et ce en cas de premier défaut ou non.

Une source à énergie limitée avec impédance de limitation de courant peut être dérivée du réseau ou d'un circuit à séparation galvanique, comme le secondaire d'un transformateur.

**Tableau 22 – Limites pour les sources à énergie limitée
avec impédance de limitation de courant**

Tension de sortie ^a		Courant de sortie ^{b, d}	Puissance maximale ^c
U_{oc}		I_{sc}	S
V en courant alternatif	V en courant continu	A	VA
≤ 30 V (en valeur efficace)	≤ 30	0,5	15
NOTE Le présent tableau sera déplacé dans la future révision de l'IEC 60947-1 et est donc numéroté différemment des autres tableaux du présent document.			
a. U_{oc}: tension de sortie mesurée avec tous les circuits de charge déconnectés. Il s'agit de tensions alternatives essentiellement sinusoïdales ou continues sans ondulation. Pour les tensions alternatives non sinusoïdales et les tensions continues avec des ondulations supérieures de 10 % de la valeur de crête, celle-ci ne doit pas dépasser 42,4 V. b. I_{sc}: courant maximal de sortie mesuré aux bornes de la sortie de la source à énergie limitée. c. S (VA): puissance apparente maximale de sortie telle que déterminée par 9.2.4. d. La mesure de I_{sc} est réalisée 5 s après l'application du court-circuit.			

8.1.15 Circuit à énergie de charge emmagasinée

Les parties possédant une charge emmagasinée (condensateurs) et qui sont amovibles pour l'entretien (tel qu'un remplacement de bobine), leur installation ou leur déconnexion ne doivent présenter aucun danger électrique après leur déconnexion.

Les condensateurs connectés à des parties actives dangereuses accessibles doivent être déchargés à un niveau d'énergie inférieur à 0,5 mJ dans les 5 s qui suivent la mise hors tension. Sinon, un avertissement bien visible doit être placé sur le produit, indiquant le temps de décharge jusqu'aux valeurs limites ou une méthode préférentielle de décharge du condensateur avant de toucher les connexions.

8.1.16 Conditions de défaut et anormales

Le produit doit être conçu de façon à éviter les modes ou séquences de fonctionnement susceptibles d'être à l'origine d'une condition de défaut ou d'une défaillance d'un composant entraînant un danger, à moins que d'autres mesures ne soient prévues par l'installation pour empêcher ce danger et qu'elles soient décrites dans les informations d'installation fournies avec le produit. Les exigences du présent paragraphe s'appliquent également aux conditions de fonctionnement anormal, le cas échéant.

Le circuit doit faire l'objet d'analyses ou d'essais pour déterminer si la défaillance d'un composant particulier (y compris les systèmes d'isolation) était susceptible ou pas de provoquer un danger.

Ces analyses doivent inclure les situations dans lesquelles la défaillance du composant ou de l'isolation (principale et supplémentaire) entraînerait:

- une aggravation du risque de choc électrique;
- un risque de dégradation conduisant à l'émission de flamme, de particules incandescentes ou de métal en fusion.

Les analyses ou essais doivent inclure les effets des conditions de court-circuit et de circuit ouvert du composant. Les essais sont nécessaires à moins que les analyses puissent indubitablement démontrer l'absence de danger de choc électrique ou d'incendie en cas de défaillance du composant, dans des conditions de court-circuit et de circuit ouvert. La conformité doit être vérifiée par l'essai de 9.2.5.

Les composants dont la fiabilité a été évaluée conformément aux normes de produit appropriées sont considérés comme satisfaisant à ces exigences et ne nécessitent aucun examen supplémentaire, si les essais ont été réalisés dans les mêmes conditions que celles pour lesquelles le produit est conçu.

8.1.17 Protection des accès contre les courts-circuits et les surcharges

Lorsque la source d'énergie pour une connexion par les bornes de signaux ou d'alimentation externe à l'appareil ne respecte pas les exigences relatives aux sources à énergie limitée de 8.1.14, le produit ne doit présenter aucun danger dans des conditions de court-circuit ou de surcharge. Des instructions relatives à l'installation d'une protection externe contre les surintensités doivent être fournies conformément à 6.3.

La conformité doit être vérifiée par examen et, si nécessaire, par simulation des conditions de premier défaut.

8.2 Exigences relatives aux performances

8.2.1 Conditions de fonctionnement

8.2.1.1 Généralités

Le paragraphe 8.2.1.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Les ACP doivent être construits de façon à être à déclenchement libre (3.6.24 de l'IEC 60947-1:2020).

Les ACP ne doivent pas être déclenchés par le choc causé par leur propre manœuvre lorsqu'ils sont soumis à essai conformément à 9.3.3.1, après avoir supporté leur courant assigné d'emploi maximal à la température de référence de l'air ambiant et atteint leur équilibre thermique, au réglage minimal et au réglage maximal du relais de surcharge si celui-ci est réglable.

Le réarmement des relais et des déclencheurs ne doit pas provoquer de manœuvre de fermeture de l'ACP en l'absence d'une commande de fermeture.

Les exigences s'appliquent au produit aussi bien qu'aux accessoires de câblage dédiés.

S'il n'existe pas de distinction entre U_s et U_c , les exigences s'appliquent avec U_c .

8.2.1.2 Limites de fonctionnement des ACP à manœuvre à source d'énergie extérieure

Le paragraphe 8.2.1.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.2.1.3 Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs à minimum de tension

Le paragraphe 8.2.1.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Des essais sont spécifiés en 9.3.3.2.2 du présent document.

8.2.1.4 Limites de fonctionnement des déclencheurs shunt

Le paragraphe 8.2.1.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Des essais sont spécifiés en 9.3.3.2.2 du présent document.

8.2.1.5 Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs à détection de courant

8.2.1.5.1 Ouverture en conditions de surcharge

8.2.1.5.1.1 Exigences générales de déclenchement des relais ou déclencheurs de surcharge à temps inverse (type c) de 5.7.2.3.1)

i) Catégories d'emploi AC-2, AC-3, AC-3e, AC-4, DC-3, DC-5

NOTE 1 La protection thermique des moteurs en présence d'harmoniques dans la tension d'alimentation est à l'étude.

Quand tous les pôles sont alimentés

Pour ces catégories d'emploi, les relais ou déclencheurs sont classés conformément au Tableau 3 et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 2 et du Tableau 3 lorsqu'ils sont soumis à essai comme suit.

- L'ACP étant dans son enveloppe, s'il en est normalement équipé, le déclenchement ne doit pas se produire en moins de 2 h à A fois le courant de réglage, à partir de l'état froid, à la valeur de la température de référence de l'air ambiant précisée dans le Tableau 2. Cependant, lorsque les bornes du relais de surcharge ont atteint l'équilibre thermique au courant d'essai en moins de 2 h, la durée de l'essai peut être le temps mis pour atteindre cet équilibre thermique.
- Lorsque le courant est ensuite augmenté jusqu'à B fois la valeur du courant de réglage, le déclenchement doit se produire en moins de 2 h.
- Pour les relais ou déclencheurs de surcharge de classes 2, 3, 5 et 10 A chargés à C fois le courant de réglage, le déclenchement doit se produire en moins de 2 min, à partir de l'équilibre thermique à 1,0 fois le courant de réglage, conformément à 9.3.3 de l'IEC 60034-1:2017. Pour les relais de surcharge de classe 10 A, pour une température de l'air ambiant de -5 °C ou inférieure, le fabricant peut déclarer une durée de déclenchement plus longue, mais n'excédant pas 4 min.

NOTE 2 Le paragraphe 9.3.3 de l'IEC 60034-1:2017 indique: « Les moteurs polyphasés dont la puissance assignée est inférieure ou égale à 315 kW et dont la tension assignée est inférieure ou égale à 1 kV doivent être capables de supporter un courant égal à 1,5 fois le courant assigné pendant au moins 2 min. »

- Pour les relais ou déclencheurs de surcharge de classes 10, 20, 30 et 40 chargés à C fois le courant de réglage, le déclenchement doit se produire respectivement en moins de 4 min, 8 min, 12 min ou 16 min, à partir de l'équilibre thermique à 1,0 fois le courant de réglage.
- A D fois le courant de réglage, le temps de déclenchement T_p doit se produire dans les limites fixées dans le Tableau 3, pour la classe de déclenchement et la bande de tolérance appropriées, à partir de l'état froid.
- Dans le cas de relais ou déclencheurs de surcharge ayant une plage de courants de réglage, les limites de fonctionnement doivent s'appliquer aussi bien lorsque le relais ou le déclencheur est parcouru par le courant correspondant au réglage maximal que lorsqu'il est parcouru par le courant correspondant au réglage minimal.
- Pour les relais ou déclencheurs de surcharge non compensés, la caractéristique multiple de courant/température ambiante ne doit pas dépasser 1,2 %/K.

NOTE 3 1,2 %/K est la caractéristique de déclassement des câbles isolés au PVC.

Un relais ou un déclencheur de surcharge est considéré comme compensé s'il satisfait aux exigences du Tableau 2 à 20 °C et se trouve dans les limites représentées à la Figure 1 à d'autres températures.

Tableau 2 – Limites de fonctionnement des relais ou déclencheurs de surcharge à temps inverse alimentés sur tous leurs pôles

Catégorie d'emploi	Type de relais de surcharge	Multiples de la valeur du courant de réglage				Valeurs de la température de l'air ambiant
		A	B	C	D	
AC-2 AC-3 AC-3e	Type thermique non compensé pour les variations de température de l'air ambiant	1,0	1,2 ^b	1,5	7,2	+40 °C
AC-4 DC-3 DC-5	Type thermique compensé pour les variations de température de l'air ambiant	c	c	–	–	inférieure à –5 °C ^d
		1,05	1,3	1,5	–	–5 °C
		1,05	1,2 ^b	1,5	7,2	+20 °C
		1,0	1,2 ^b	1,5	–	+40 °C
		c	c	–	–	supérieure à +40 °C ^d
	Type électronique ^a	1,05	1,2 ^b	1,5	7,2	0 °C, +20 °C et +40 °C
AC-40 AC-1 AC-5a AC-5b DC40 DC-1 DC-6	Tous les types	1,05	1,3	–	–	+30 °C

^a Cet essai doit être réalisé uniquement à 20 °C pour les multiples A, B et D du courant de réglage.

^b Si cela est spécifié par le fabricant, le courant de déclenchement peut être différent de 120 % mais ne doit pas dépasser 125 %. Dans ce cas, la valeur de courant d'essai doit être égale à la valeur de courant de déclenchement et cette dernière doit être marquée sur l'appareil.

^c Il convient que le fabricant déclare les multiples de la valeur du courant de réglage.

^d Voir 9.3.3.2.2 pour les essais hors de la plage comprise entre –5 °C et 40 °C.

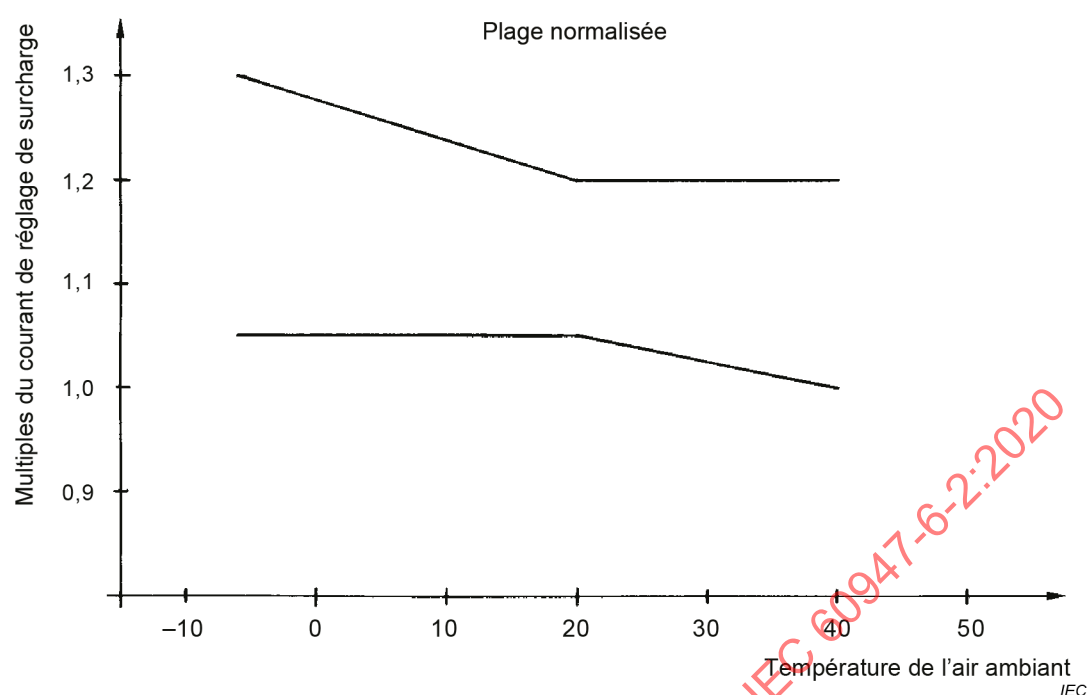


Figure 1 – Limites des multiples du courant de réglage des relais ou déclencheurs de surcharge temporisés à la température de l'air ambiant (voir 8.2.1.5.1)

Tableau 3 – Classes de déclenchement des relais ou déclencheurs de surcharge pour les catégories d'emploi AC-2, AC-3 et AC-3e, AC-4, DC-3, DC-5

Classe de déclenchement	Durée de déclenchement T_p dans les conditions spécifiées en 8.2.1.5.1.1, Tableau 2, colonne D ^a	Durée de déclenchement T_p dans les conditions spécifiées en 8.2.1.5.1.1, Tableau 2, colonne D pour des tolérances plus étroites Bande de tolérance E ^a
	s	s
2	–	$T_p \leq 2$
3	–	$2 < T_p \leq 3$
5	$0,5 < T_p \leq 5$	$3 < T_p \leq 5$
10 A	$2 < T_p \leq 10$	–
10	$4 < T_p \leq 10$	$5 < T_p \leq 10$
20	$6 < T_p \leq 20$	$10 < T_p \leq 20$
30	$9 < T_p \leq 30$	$20 < T_p \leq 30$
40	–	$30 < T_p \leq 40$

^a Le fabricant doit ajouter la lettre E aux classes de déclenchement pour indiquer la conformité à la bande E.

Lorsque deux pôles sont alimentés

En se reportant au Tableau 4, le relais ou le déclencheur étant alimenté sur trois pôles à *A* fois le courant de réglage, le déclenchement ne doit pas se produire en moins de 2 h, à partir de l'état froid, à la valeur de la température de l'air ambiant précisée dans le Tableau 4.

En outre, lorsque la valeur du courant passant dans deux pôles (ceux qui sont parcourus par le courant le plus élevé dans le cas de relais ou de déclencheurs sensibles à une perte de phase) est portée à *B* fois la valeur du courant de réglage et que le troisième pôle est mis hors circuit, le déclenchement doit se produire en moins de 2 h.

Les valeurs doivent s'appliquer à toutes les combinaisons de pôles.

Dans le cas de relais ou déclencheurs de surcharge ayant un courant de réglage ajustable, les caractéristiques doivent s'appliquer aussi bien lorsque le relais ou déclencheur est parcouru par le courant correspondant au réglage maximal que lorsque le relais est parcouru par le courant correspondant au réglage minimal.

Tableau 4 – Limites de fonctionnement des relais ou déclencheurs tripolaires de surcharge à temps inverse alimentés sur deux pôles seulement

Type de relais ou déclencheur	Multiples de la valeur du courant de réglage		Température de référence de l'air ambiant
	A	B	
Thermique, compensé pour les variations de température de l'air ambiant ou électronique Insensible à une perte de phase	3 pôles 1,0	2 pôles 1,32 1 pôle 0	+20 °C
Thermique, non compensé pour les variations de température de l'air ambiant Insensible à une perte de phase	3 pôles 1,0	2 pôles 1,25 1 pôle 0	+40 °C
Thermique, compensé pour les variations de température de l'air ambiant ou électronique Sensible à une perte de phase	2 pôles 1,0 1 pôle 0,9	2 pôles 1,15 1 pôle 0	+20 °C

ii) *Catégories d'emploi AC-40, AC-1, AC-5a, AC-5b; DC-40, DC-1, DC-6*

Les valeurs conventionnelles de fonctionnement des relais ou déclencheurs de surcharge à temps inverse sont indiquées dans le Tableau 2.

A la température de référence de $30\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et à 1,05 fois le courant de réglage, c'est-à-dire au courant conventionnel de non-déclenchement (3.7.30 de l'IEC 60947-1:2020), le déclencheur d'ouverture étant alimenté sur tous ses pôles, le déclenchement ne doit pas se produire en un laps de temps inférieur à la durée conventionnelle de 2 h (1 h lorsque $I_e < 63\text{ A}$) à partir de l'état froid, c'est-à-dire avec l'ACP à la température de référence.

De plus, quand, à l'expiration de la durée conventionnelle, la valeur du courant est immédiatement portée à 1,30 fois le courant de réglage, c'est-à-dire au courant conventionnel de déclenchement (3.7.31 de l'IEC 60947-1:2020), le déclenchement doit se produire en un laps de temps inférieur à la durée conventionnelle ci-dessus.

NOTE 4. La température de référence est la température ambiante sur laquelle est basée la caractéristique temps/courant de l'ACP.

Si le fabricant déclare qu'un relais ou un déclencheur est notablement indépendant de la température de l'air ambiant, les valeurs de courant du Tableau 2 doivent s'appliquer à l'intérieur du domaine de température déclaré par le fabricant, avec une tolérance de 0,3 % par K. L'étendue du domaine de température doit être d'au moins $\pm 10\text{ K}$ de part et d'autre de la température de référence.

8.2.1.5.1.2 Essai de vérification de la mémoire thermique pour les catégories d'emploi AC-2, AC-3, AC-3e, AC-4, DC-3, DC-5

A moins que le fabricant ait spécifié que l'appareil ne comporte pas de mémoire thermique, les relais électroniques de surcharge doivent satisfaire aux exigences suivantes (voir Figure 2):

- appliquer un courant égal à I_e jusqu'à ce que l'appareil ait atteint l'équilibre thermique;

- interrompre le courant pendant une période de $2 \times T_p$ (voir le Tableau 3) avec une tolérance relative de $\pm 10 \%$ (où T_p est le temps mesuré au courant D conformément au Tableau 2);
- appliquer un courant égal à $7,2 \times I_e$;
- le relais doit déclencher dans les 50 % du temps T_p .

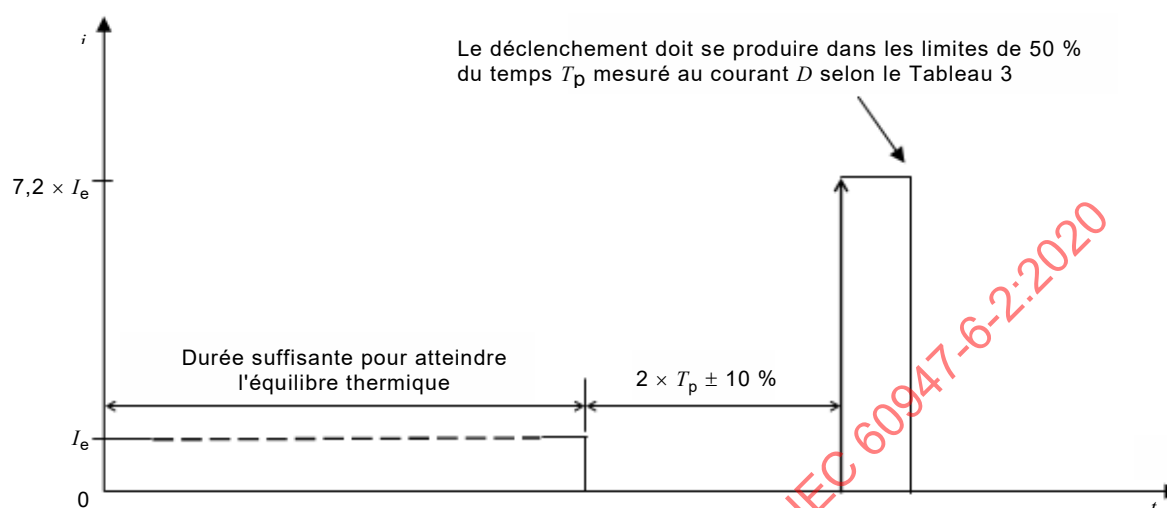


Figure 2 – Essai de mémoire thermique

8.2.1.5.1.3 Ouverture en conditions de surcharge des relais ou déclencheurs de surcharge instantanés ou à retard indépendant (types a) et b) de 5.7.2.3.1)

Pour toutes les valeurs de courant de réglage, l'ACP doit déclencher avec une précision de $\pm 10 \%$ de la valeur déclarée du courant de déclenchement correspondant au courant de réglage.

8.2.1.5.2 Ouverture en condition de court-circuit

Relais ou déclencheurs de court-circuit instantanés ou à retard indépendant (points a) et b) de 5.7.2.3.2).

Pour toutes les valeurs de courant de réglage, l'ACP doit déclencher avec une précision de $\pm 20 \%$ de la valeur du courant de déclenchement correspondant au courant de réglage.

8.2.1.5.3 Limites de fonctionnement des relais ou déclencheurs à minimum de courant pour la commutation automatique

Un relais ou déclencheur à minimum de courant doit provoquer l'ouverture de l'ACP dans un intervalle de temps compris entre 90 % et 110 % de la valeur de réglage du temps lorsque le courant pendant le fonctionnement est inférieur à 0,9 fois le courant de réglage du minimum de courant dans tous les pôles.

8.2.1.5.4 Limites de fonctionnement du relais ou déclencheur de calage

Un relais ou déclencheur de calage doit provoquer l'ouverture de l'ACP dans un intervalle de temps compris entre 80 % et 120 % de la valeur de réglage du temps (temps d'inhibition de calage) ou dans la précision spécifiée par le fabricant, dans les cas suivants:

- relais de détection de courant: le courant est 20 % supérieur à la valeur de réglage du courant de calage;

EXEMPLE Courant de réglage du relais de calage: 100 A; temps de réglage: 6 s; précision: $\pm 10 \%$, le relais doit déclencher entre 5,4 s et 6,6 s lorsque le courant est supérieur ou égal à $100 \text{ A} \times 1,2 = 120 \text{ A}$.

- b) relais de détection de rotation: un signal d'entrée indique qu'aucune rotation du moteur n'existe.

8.2.1.5.5 Limites de fonctionnement du relais ou déclencheur de blocage

Un relais ou un déclencheur de blocage doit provoquer l'ouverture de l'ACP dans un intervalle de temps compris entre 80 % et 120 % de la valeur de réglage du temps (temps d'inhibition de blocage) ou dans la précision spécifiée par le fabricant, lorsque le courant est supérieur à 1,2 fois la valeur du courant de réglage du relais ou déclencheur de blocage, pendant le fonctionnement après l'achèvement du démarrage.

8.2.2 Echauffement

8.2.2.1 Généralités

Le paragraphe 8.2.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique aux ACP à l'état neuf et propre. Lorsque l'essai est effectué à une tension inférieure à 100 V, les contacts de tels appareils peuvent être nettoyés par toute méthode non abrasive ou manœuvrés avec ou sans charge, plusieurs fois avant de commencer l'essai.

NOTE Il est estimé que la résistance de contact due à l'oxydation n'affecte pas l'essai d'échauffement à des tensions d'essai supérieures à 100 V.

Dans le cas d'un électroaimant commandé électroniquement, la mesure de température de la bobine par variation de résistance peut être impraticable; dans un tel cas, d'autres méthodes sont autorisées, par exemple les thermocouples ou toute autre méthode appropriée.

8.2.2.2 Bornes

L'échauffement des bornes ne doit pas dépasser les valeurs précisées dans le Tableau 5.

Tableau 5 – Limites d'échauffement des bornes

Matériau de la borne	Limites d'échauffement ^b K
Cuivre nu	60
Laiton nu	65
Cuivre ou laiton, étamé	65
Cuivre ou laiton, argenté ou nickelé	70 ^a
Autres métaux	^c

^a La limite d'échauffement de 70 K pour les bornes est basée sur le raccordement des câbles isolés au PVC. L'emploi en service de conducteurs ou de câbles notablement plus petits que ceux énumérés dans le Tableau 9 et le Tableau 10 de l'IEC 60947-1:2020 pourrait conduire à des températures de bornes et de parties internes plus élevées, et il convient de ne pas utiliser de tels conducteurs sans l'accord du fabricant puisque des températures élevées pourraient rendre le matériel défectueux.

^b Les limites d'échauffement spécifiées s'appliquent à un nouvel échantillon, comme dans la séquence d'essais I de 9.5.2. Celles applicables aux vérifications de l'échauffement, comme dans la séquence d'essais IV (9.5.5), sont augmentées de 10 K.

^c Les limites d'échauffement sont à fixer en fonction de l'expérience ou des essais de durée, sans dépasser 65 K.

8.2.2.3 Parties accessibles

L'échauffement des parties accessibles ne doit pas dépasser les valeurs précisées dans le Tableau 3 de l'IEC 60947-1:2020.

8.2.2.4 Température de l'air ambiant

Le paragraphe 8.2.2.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.2.2.5 Circuit principal

Le paragraphe 8.2.2.5 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Le circuit principal d'un ACP, y compris les relais ou déclencheurs à maximum de courant, doit pouvoir supporter le courant assigné d'emploi maximal correspondant à la catégorie d'emploi pour les services ininterrompu, intermittent ou temporaire sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées dans le Tableau 5 du présent document et dans le Tableau 3 de l'IEC 60947-1:2020. Il est exigé qu'un service ininterrompu soit assigné pour les catégories d'emploi AC-40 et DC-40.

8.2.2.6 Circuits de commande

Les circuits de commande, y compris les appareils pour circuits de commande utilisés pour les manœuvres de fermeture et d'ouverture d'un ACP, doivent permettre de réaliser les services assignés spécifiés en 5.3.4 et de satisfaire aux essais d'échauffement spécifiés en 9.3.3.3.5 sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées dans le Tableau 5 du présent document et dans le Tableau 3 de l'IEC 60947-1:2020.

8.2.2.7 Enroulements des bobines et des électroaimants

8.2.2.7.1 Enroulements pour service ininterrompu et service de 8 h

Le circuit principal étant parcouru par un courant égal à sa valeur maximale, les enroulements des bobines doivent supporter en régime continu et à la fréquence assignée, le cas échéant, leur tension assignée d'alimentation du circuit de commande, sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées dans le Tableau 6.

NOTE Selon la technologie, par exemple pour certains électroaimants commandés électroniquement, la tension d'alimentation du circuit de commande peut ne pas être appliquée directement sur les enroulements de la bobine raccordée.

8.2.2.7.2 Enroulements pour service intermittent

Le circuit principal n'étant parcouru par aucun courant, les enroulements des bobines doivent supporter, à la fréquence assignée, le cas échéant, leur tension assignée d'alimentation du circuit de commande (ou la tension assignée maximale d'alimentation du circuit de commande dans le cas d'une plage de tensions), appliquée comme indiqué dans le Tableau 7 suivant leur classe de service intermittent, sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées dans le Tableau 6.

NOTE Selon la technologie, par exemple pour certains électroaimants commandés électroniquement, la tension d'alimentation du circuit de commande peut ne pas être appliquée directement sur les enroulements de la bobine raccordée.

Tableau 6 – Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air

Classe des matières isolantes (selon l'IEC 60085)	Limites d'échauffement (mesures effectuées par variation de résistance) K
A	85
E	100
B	110
F	135
H	160

Tableau 7 – Données pour les cycles d'essais de service intermittent

Classe de service intermittent de l'ACP	Un cycle de manœuvres de fermeture-ouverture toutes les:	Durée de maintien de l'alimentation de la bobine de commande
1	3 600 s	Le temps de passage du courant doit correspondre au facteur de marche spécifié par le fabricant
3	1 200 s	
12	300 s	
30	120 s	
120	30 s	
300	12 s	
1 200	3 s	

8.2.2.7.3 Enroulements spéciaux (pour service temporaire ou périodique)

Les enroulements spéciaux doivent être soumis à essai dans les conditions de fonctionnement correspondant au service le plus sévère auquel ils peuvent être destinés et leurs caractéristiques assignées doivent être déclarées par le fabricant.

8.2.2.8 Circuits auxiliaires

Le paragraphe 8.2.2.8 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.2.2.9 Autres parties

Le paragraphe 8.2.2.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.2.3 Propriétés diélectriques

8.2.3.1 Généralités

Le paragraphe 8.2.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

8.2.3.2 Composants de limitation de tension entre circuits

Les exigences générales concernant les appareils comprenant des composants de limitation de tension insérés entre les circuits non connectés à la masse ou à la terre et à soumettre à l'essai diélectrique sont décrites comme suit.

Ces composants de limitation de tension appelés varistances, utilisés pour protéger les éléments électroniques des ondes de choc dans l'appareil, doivent être conformes à l'IEC 61051-2. Dans le présent paragraphe, l'objectif n'est pas de diminuer les distances d'isolement. Pour l'essai de type de l'appareil, les composants de limitation de tension peuvent être déconnectés.

L'IEC 61051-2 s'applique de la façon suivante.

a) Catégories climatiques préférentielles de la varistance:

- température inférieure maximale: -10 °C;
- température supérieure minimale: +85 °C.

Le fabricant de l'appareil est tenu de vérifier que la varistance convient à une utilisation dans la température ambiante étendue, le cas échéant.

b) La tension assignée minimale de la varistance doit être 1,2 fois la tension de crête maximale à l'endroit où la varistance est connectée.

c) Lorsqu'elles sont connectées au réseau électrique, les varistances doivent supporter l'essai d'onde de choc conformément à 9.5.2.5.

NOTE 1 Avec la vérification des varistances ci-dessus, il est supposé qu'un fusible de protection de la varistance n'est pas nécessaire.

NOTE 2 La possibilité donnée en 9.3.3.4.1 point 1) de l'IEC 60947-1:2020 de déconnecter les circuits entre pôles peut ne pas être appropriée dans l'essai individuel de série, car les produits sont finis et il n'est pas approprié de les rouvrir et de les manipuler. L'objet principal de cet essai est d'identifier le fonctionnement correct du composant de limitation de tension.

8.2.4 Fonctionnement à vide et en conditions normales de charge et de surcharge

8.2.4.1 Pouvoirs de fermeture et de coupure

Les ACP doivent pouvoir établir et couper les courants, sans défaillance dans les conditions indiquées dans le Tableau 8 pour les catégories d'emploi exigées.

Les valeurs de durée à l'état non passant précisées dans le Tableau 8 et le Tableau 9 ne doivent pas être dépassées.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-2:2020

Tableau 8 – Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi

[illegible]

- a $\cos \phi = 0,45$ pour $I_e \leq 100$ A, $0,35$ pour $I_e > 100$ A.
- b La durée peut être inférieure à $0,05$ s, à condition que les contacts puissent être convenablement positionnés avant réouverture. Pour des raisons de faisabilité des essais, en accord avec le fabricant, une durée plus longue à l'état passant peut être définie.
- c Essais à réaliser avec une charge constituée par des lampes à incandescence.
- d 50 % des manœuvres à une polarité, 50 % à la polarité inverse.
- e Durée à l'état non passant maximale précisée dans le Tableau 9 qui peut être réduite en accord avec le fabricant.
- f Pour U / U_e une tolérance de ± 20 % est admise.
- g Les conditions d'établissement doivent être aussi vérifiées. Cette vérification peut être effectuée au cours de l'essai d'établissement et de coupure, sous réserve de l'accord du fabricant. Dans ce cas, les multiples du courant établi doivent être comme indiqué pour I / I_e et le courant coupé comme indiqué pour I_c / I_e . Vingt-cinq cycles de manœuvres doivent être exécutés à une tension d'alimentation du circuit de commande égale à 110 % de la tension assignée d'alimentation du circuit de commande U_s et 25 cycles de manœuvres à 85 % de U_s .
- h En variante, le facteur I / I_e peut être choisi à la discrétion du fabricant entre 12 et 13. Dans ce cas, le facteur de puissance est donné par les formules suivantes:
- $I_e \leq 100$ A: $\cos \phi = 0,1 \times I / I_e - 0,85$
- $I_e > 100$ A: $\cos \phi = 0,1 \times I / I_e - 0,95$

Tableau 9 – Relation entre le courant coupé I_c et la durée à l'état non passant pour la vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure

Courant coupé I_c			Durée à l'état non passant
A			s
	$I_c \leq$	100	10
100	$< I_c \leq$	200	20
200	$< I_c \leq$	300	30
300	$< I_c \leq$	400	40
400	$< I_c \leq$	600	60
600	$< I_c \leq$	800	80
800	$< I_c \leq$	1 200	100
1 000	$< I_c \leq$	1 300	140
1 300	$< I_c \leq$	1 600	180
1 600	$< I_c$		240

8.2.4.2 Fonctionnement en service

Le paragraphe 8.2.4.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

a) *Fonctionnement conventionnel en service après les essais de pouvoir de fermeture et de coupure*

Les ACP doivent pouvoir établir et couper sans défaillance les courants après les essais de pouvoir de fermeture et de coupure, dans les conditions définies dans le Tableau 10 pour les catégories d'emploi exigées et le nombre de cycles de manœuvres indiqué.

La durée à l'état passant doit être de $0,05$ s. Elle peut être inférieure à $0,05$ s, à condition que les contacts puissent être convenablement positionnés avant réouverture.

La durée à l'état non passant ne doit pas être supérieure aux valeurs spécifiées dans le Tableau 9, sauf pour les catégories d'emploi AC-5b et DC-6 où la durée à l'état non passant doit être de 60 s.

b) *Fonctionnement en service avant et après les essais de court-circuit à I_{cr} et I_{cs}*

Les ACP doivent pouvoir établir et couper sans défaillance les courants avant et après les essais de court-circuit à I_{cr} et I_{cs} (voir 8.2.5 a)), dans les conditions définies dans le Tableau 11 pour les catégories d'emploi exigées et le nombre de cycles de manœuvres indiqué. Les 25 premiers cycles de manœuvres après l'essai de court-circuit à I_{cs} doivent être effectués par l'organe de manœuvre manuel local, le cas échéant, le circuit de commande étant alimenté. L'organe de manœuvre manuel local peut être actionné localement ou à distance (par exemple: manette, mécanisme motorisé, électroaimant, etc.).

Pour tous les cycles de manœuvres autres que les 25 cycles ci-dessus, la durée à l'état passant doit être de 0,05 s. Elle peut être inférieure à 0,05 s, à condition que les contacts puissent être convenablement positionnés avant réouverture, et la durée à l'état non passant ne doit pas être supérieure aux valeurs spécifiées dans le Tableau 9, sauf pour les catégories d'emploi AC-5b et DC-6 où la durée à l'état non passant doit être de 60 s.

c) *Fonctionnement mécanique conventionnel en service*

En plus des exigences de fonctionnement conventionnel en service électrique du point a), les ACP doivent pouvoir effectuer les cycles de manœuvres mécaniques de fermeture-ouverture sans courant conformément au Tableau 10 et dans les conditions d'essai spécifiées en 9.5.3.3.

Pour les ACP pouvant être équipés de déclencheurs à minimum de tension et/ou de déclencheurs shunt, 10 % du nombre total des cycles de manœuvres pour chaque déclencheur doivent être des manœuvres de fermeture-déclenchement, 5 % étant effectuées au début des essais et 5 % à la fin de ceux-ci.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-2:2020

Tableau 10 – Fonctionnement conventionnel en service après essais de pouvoir de fermeture et coupure – Conditions de fermeture et coupure selon la catégorie d'emploi

Catégorie	I_c / I_e	U_r / U_e	$\cos \phi^d$	Nombre de cycles de manœuvres	
				avec courant	sans courant
AC-40	1,0	1,05	0,8	3 000	4 000
AC-1	1,0	1,05	0,8	6 000	4 000
AC-2	2,0	1,05	0,65	6 000	4 000
AC-3, AC-3e	2,0	1,05	a	6 000	4 000
AC-4	6,0	1,05	a	6 000	4 000
AC-5a	2,0	1,05	0,45	6 000	4 000
AC-5b	1,0 ^b	1,05	b		
			L/R (ms) ^e		
DC-40	1,0	1,05	2,5	3 000 ^c	4 000
DC-1	1,0	1,05	1,0	6 000 ^c	4 000
DC-3	2,5	1,05	2,5	6 000 ^c	4 000
DC-5	2,5	1,05	15,0	6 000 ^c	4 000
DC-6	1,0 ^b	1,05	b	6 000 ^c	4 000
I	Courant établi. En courant alternatif les conditions d'établissement sont exprimées en valeurs efficaces, étant entendu que la valeur de crête du courant asymétrique, correspondant au facteur de puissance du circuit, peut avoir une valeur plus élevée				
I_c	Courant établi ou coupé. Sauf pour les catégories AC-5b ou DC-6, le courant établi est exprimé en courant continu ou en valeur efficace des composantes symétriques, étant entendu qu'en courant alternatif la valeur réelle est la valeur de crête correspondant au facteur de puissance du circuit				
I_e	Courant assigné d'emploi				
U_r	Tension de rétablissement à fréquence industrielle ou tension de rétablissement en courant continu				
U	Tension appliquée				
U_e	Tension assignée d'emploi				
$\cos \phi$	Facteur de puissance du circuit d'essai				
L/R	Constante de temps du circuit d'essai				
a	$\cos \phi = 0,45$ pour $I_e \leq 100$ A, $0,35$ pour $I_e > 100$ A.				
b	L'essai doit être réalisé avec une charge constituée par des lampes à incandescence.				
c	50 % des cycles de manœuvres à une polarité, et 50 % à la polarité inverse.				
d	Tolérance pour $\cos \phi$: $\pm 0,05$.				
e	Tolérance pour L/R : ± 15 %.				

Tableau 11 – Fonctionnement en service avant et après essais de court-circuit à I_{cr} et I_{cs} – Conditions d'établissement et de coupure selon la catégorie d'emploi

Catégorie	Valeur du courant assigné d'emploi	Etablissement			Coupure			Nombre de cycles de manœuvres avant et après	
		I / I_e	U / U_e	$\cos \phi^d$	I_c / I_e	U_r / U_e		$\cos \phi^d$	I_{cr}
AC-40	(toutes valeurs)	1	1	0,8	1	1	0,8	1 500	750
AC-1	(toutes valeurs)	1	1	0,95	1	1	0,95	3 000	1 500
AC-2	(toutes valeurs)	2,5	1	0,65	2,5	1	0,65	3 000	1 500
AC-3, AC-3e	$I_e \leq 17 \text{ A}$	6	1	0,65	1	0,17	0,65	3 000	1 500
	$I_e > 17 \text{ A}$	6	1	0,35	1	0,17	0,35	3 000	1 500
AC-4	$I_e \leq 17 \text{ A}$	6	1	0,65	6	1	0,65	3 000	1 500
	$I_e > 17 \text{ A}$	6	1	0,35	6	1	0,35	3 000	1 500
AC-5a	(toutes valeurs)	2	1	0,45	2	1	0,45	3 000	1 500
AC-5b ^b	(toutes valeurs)	1	1	a	1	1	a	3 000	1 500
				$L/R_e \text{ (ms)}$			$L/R_e \text{ (ms)}$		
DC-40	(toutes valeurs)	1	1	1	1	1	1	1 500 ^c	750 ^c
DC-1	(toutes valeurs)	1	1	1	1	1	1	3 000 ^c	1 500 ^c
DC-3	(toutes valeurs)	2,5	1	2	2,5	1	2	3 000 ^c	1 500 ^c
DC-5	(toutes valeurs)	2,5	1	7,5	2,5	1	7,5	3 000 ^c	1 500 ^c
DC-6 ^b	(toutes valeurs)	1	1		1	1		3 000 ^c	1 500 ^c

I Courant établi. En courant alternatif les conditions d'établissement sont exprimées en valeurs efficaces, étant entendu que la valeur de crête du courant asymétrique, correspondant au facteur de puissance du circuit, peut avoir une valeur plus élevée

I_c Courant établi ou coupé. Sauf pour les catégories AC-5b ou DC-6, le courant établi est exprimé en courant continu ou en valeur efficace des composantes symétriques, étant entendu qu'en courant alternatif la valeur réelle est la valeur de crête correspondant au facteur de puissance du circuit

I_e Courant assigné d'emploi

U_r Tension de rétablissement à fréquence industrielle ou tension de rétablissement en courant continu

U Tension appliquée

U_e Tension assignée d'emploi

$\cos \phi$ Facteur de puissance du circuit d'essai

L/R Constante de temps du circuit d'essai

^a $\cos \phi = 0,45$ pour $I_e \leq 100 \text{ A}$, $0,35$ pour $I_e > 100 \text{ A}$.

^b L'essai est à réaliser avec une charge constituée par des lampes à incandescence.

^c 50 % des cycles de manœuvres à une polarité, et 50 % à la polarité inverse.

^d Tolérance pour $\cos \phi$: $\pm 0,05$.

^e Tolérance pour L/R : $\pm 15 \%$.

8.2.4.3 Durabilité

8.2.4.3.1 Durabilité mécanique

Le paragraphe 8.2.4.3.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.2.4.3.2 Durabilité électrique

Le paragraphe 8.2.4.3.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.2.5 Aptitude à établir, supporter et couper des courants de court-circuit

L'ACP doit pouvoir supporter les contraintes thermiques, dynamiques et électriques occasionnées par des courants de court-circuit.

Les courants de court-circuit peuvent se manifester lors des manœuvres d'établissement, lorsque le courant est établi en position de fermeture, et en cas d'interruption de courant.

- a) L'aptitude de l'ACP à établir, supporter et couper des courants de court-circuit est définie comme indiqué ci-après conformément au Tableau 12 ou préférentiellement au Tableau 13, à la discrétion du fabricant. Les deux tableaux sont considérés équivalents pour la conformité du produit au présent document:
 - courant conventionnel présumé I_{cr} et courant conventionnel présumé « r » (I_r);
 - pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit (I_{cs} (voir 5.3.6)).
- b) Un essai supplémentaire comprenant trois manœuvres de fermeture et de coupure doit être réalisé avec un courant égal à 80 % de la valeur maximale de déclenchement instantané du déclencheur si cette valeur de 80 % est supérieure à la valeur I_c/I_e donnée dans le Tableau 8 (voir 9.5.6).
- c) Les ACP tétrapolaires doivent satisfaire aux exigences de 9.3.4.1.6, points a), b), c) suivant le cas.

NOTE Le Tableau 13 a été introduit à des fins d'harmonisation avec l'UL 60947-4-1 et est équivalent aux exigences correspondantes de l'UL 60947-4-1.

**Tableau 12 – Valeur du courant présumé d'essai
en fonction du courant assigné d'emploi**

I_e maximal pour une construction définie	I_{cr}		Courant conventionnel présumé « r » (I_r) a
A	$(I_{cr})/(I_e \text{ max.})$	min. kA	kA
$I_e \leq 16$	30	0,2	1
$16 < I_e \leq 32$	30	0,2	3
$32 < I_e \leq 63$	25	1	3
$63 < I_e \leq 125$	20	1,6	5
$125 < I_e \leq 250$	20	1,6	10
$250 < I_e \leq 315$	15	5	10
$315 < I_e \leq 630$	15	5	18
a Si l'ACP n'est pas spécifié conformément à la catégorie d'emploi AC-3, le courant présumé « r » doit être soumis à un accord entre le fabricant et l'utilisateur.			

Le facteur de puissance ou la constante de temps doit être conforme au Tableau 16 de l'IEC 60947-1:2020.

**Tableau 13 – Valeur du courant d'essai présumé
en fonction du courant assigné d'emploi (tableau harmonisé)**

Courant assigné d'emploi I_e (AC-3) ^{a, e}	I_{cr}		Courant conventionnel présumé « r » ^f	Facteur de puissance
A	$(I_{cr})/(I_e \text{ max.})$	min. kA	kA	
$I_e \leq 12$	30	0,2	1	0,7 à 0,8
$12 < I_e \leq 50$ ^b	25	1	3	0,7 à 0,8
$50 < I_e \leq 100$ ^c	20	1,6	5	0,7 à 0,8
$100 < I_e \leq 250$ ^d	20	1,6	10	0,5 à 0,7
$250 < I_e \leq 500$	15	5	18	0,2 à 0,3

NOTE Le présent tableau sera déplacé dans la future révision de l'IEC 60947-1 et est donc numéroté différemment des autres tableaux du présent document.

^a Si l'ACP n'est pas spécifié conformément à la catégorie d'emploi AC-3, le courant conventionnel présumé « r » doit être soumis à un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

^b à 690 V et plus: $12 < I_e \leq 63$.

^c à 690 V et plus: $63 < I_e \leq 125$.

^d à 690 V et plus: $125 < I_e \leq 250$

^e Le courant assigné d'emploi peut porter la mention « motor full load current » (courant à pleine charge du moteur) en Amérique du Nord.

^f Le courant conventionnel présumé « r » est nommé « standard fault current » (courant de défaut normalisé) en Amérique du Nord.

8.2.6 Impédance de pôle

Le paragraphe 8.2.6 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.2.7 Courants de fuite des matériels aptes au sectionnement

Le paragraphe 8.2.7 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.2.8 Consommation de puissance de la bobine

La consommation de puissance de l'électroaimant d'un ACP caractérise l'alimentation électrique de sa bobine nécessaire aux manœuvres de maintien et d'appel.

Lorsque la consommation de puissance de la bobine est donnée, elle doit être soumise à essai conformément à 9.3.3.9.

8.2.9 Coordination entre un ACP et un autre dispositif de protection contre les courts-circuits

Pour la coordination entre un ACP et un autre dispositif de protection contre les courts-circuits, voir l'Annexe X de l'IEC 60947-1:2020.

8.3 Compatibilité électromagnétique (CEM)

8.3.1 Généralités

Le paragraphe 8.3.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Ce matériel est par nature sensible aux creux de tension et aux coupures brèves sur l'alimentation du circuit de commande; il doit réagir dans les limites de 8.2.1.2, et cela est vérifié par les essais de limite de fonctionnement donnés en 9.3.3.2.

Les niveaux de l'essai d'immunité du présent document, reposant sur les exigences de l'IEC 60947-1:2020, correspondent à l'environnement industriel difficile défini dans l'IEC 61000-6-2. Des niveaux supérieurs pour l'essai d'immunité peuvent s'avérer nécessaires pour les postes haute tension extérieurs tels que définis dans l'IEC 61000-6-5.

8.3.2 Immunité

Le paragraphe 8.3.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Tableau 14 – Critères de performance en présence de perturbations électromagnétiques

Point	Critères de performance		
	A	B	C
Comportement général	Pas de changements décelables des caractéristiques de fonctionnement Fonctionnement comme prévu	Dégradation temporaire ou perte du comportement autorécupérable	Dégradation temporaire ou perte du comportement exigeant l'intervention d'un opérateur ou la réinitialisation du système
Fonctionnement des circuits de puissance et de commande	Aucun dysfonctionnement sur les bases données en ^a	Dysfonctionnement temporaire qui ne peut entraîner de déclenchement sur les bases données en ^b ; une séparation non intentionnelle ou la fermeture de contacts ne sont pas acceptées. Autorécupérable	Déclenchement du relais de surcharge; séparation non intentionnelle ou fermeture de contacts
Fonctionnement des panneaux d'affichage, de commande et des circuits auxiliaires	Pas de changements aux informations affichées Seulement une faible fluctuation de l'intensité lumineuse des diodes électroluminescentes, ou un léger mouvement des caractères	Changements visibles temporaires ou perte d'informations Illumination non désirée d'une diode électroluminescente Non-dysfonctionnement des contacts auxiliaires	Arrêt Perte permanente de l'affichage ou informations erronées Mode de fonctionnement non autorisé Dysfonctionnement des contacts auxiliaires Non autorécupérable
Traitement des informations et des fonctions de détection	Communication et échange de données non perturbés vers des dispositifs externes	Communication temporairement perturbée, avec erreur des rapports des dispositifs internes et externes	Traitement erroné des informations Perte de données et/ou d'informations Erreurs dans la communication Non autorécupérable

^a Le critère de performance A est basé sur le résultat de la procédure d'essai suivante: pendant l'essai, l'ACP chargé à 0,9 fois le courant de réglage ne doit pas déclencher, mais lorsqu'il est chargé à 2,0 fois le courant de réglage, il doit déclencher dans un temps compris entre 0,9 fois la valeur minimale et 1,1 fois la valeur maximale de la caractéristique temps-courant fournie par le fabricant, et les fonctions de surveillance, s'il y a lieu, doivent indiquer correctement l'état de l'ACP.

^b Le critère de performance B est basé sur le résultat de la procédure d'essai suivante: pendant l'essai, l'ACP chargé à 0,9 fois le courant de réglage ne doit pas déclencher. Après l'essai, l'ACP doit se comporter conformément à la caractéristique temps-courant du fabricant lorsqu'il est chargé à 2,0 fois le courant de réglage et les fonctions de surveillance, s'il y a lieu, doivent indiquer correctement l'état de l'ACP.

Les valeurs d'essai et les procédures sont données en 9.4.2.

8.3.3 Emissions

Le paragraphe 8.3.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Les valeurs d'essai et les procédures sont données en 9.4.3.

Les niveaux de sévérité exigés pour l'environnement B couvrent ceux exigés pour l'environnement A.

Les appareils couverts par le présent document ne produisent pas des niveaux significatifs d'harmoniques, aucun essai d'harmonique n'étant donc exigé.

9 Essais

9.1 Nature des essais

9.1.1 Généralités

Le paragraphe 9.1.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

S'il n'existe pas de distinction entre U_s et U_c , les exigences s'appliquent avec U_c . Sauf spécification contraire, tous les essais sont effectués par mise sous et hors tension, à distance, du circuit de commande.

9.1.2 Essais de type

Le paragraphe 9.1.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Les essais sont également prévus pour vérifier les produits avec leurs accessoires dédiés.

9.1.3 Essais individuels de série

Le paragraphe 9.1.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Les essais individuels de série portent sur:

- le fonctionnement et les limites de fonctionnement (9.6.2),
- les essais diélectriques (9.6.3).

L'essai combiné de 9.3.3.4.2 de l'IEC 60947-1:2020 est autorisé.

Pour les accessoires de câblage dédiés livrés séparément, seul l'essai diélectrique s'applique.

9.1.4 Essais sur prélèvements

Les essais sur prélèvement pour la vérification des distances d'isolement doivent être réalisés conformément à 9.3.3.4.3 de l'IEC 60947-1:2020.

Si, par le contrôle des matériaux et des processus de fabrication, la totalité des propriétés diélectriques a été démontrée, les essais individuels peuvent être remplacés par des essais sur prélèvements selon un plan d'échantillonnage reconnu (voir ISO 2859-1:1999).

L'essai combiné de 9.3.3.4.2 de l'IEC 60947-1:2020 est autorisé.

9.1.5 Essais spéciaux

9.1.5.1 Généralités

La réalisation d'un essai spécial est à la discrétion du fabricant.

Les essais spéciaux comprennent:

- les essais d'environnement conformément à 9.1.5.2;
- les essais de durabilité mécanique et électrique conformément à l'Annexe A. Les résultats d'essai peuvent être utilisés pour obtenir des données nécessaires pour les applications de sécurité fonctionnelle (voir l'Annexe K).

9.1.5.2 Essais d'environnement

Pour ces essais spéciaux, l'Annexe Q de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Lorsque le Tableau Q.1 de l'IEC 60947-1:2020 stipule la vérification de l'aptitude au fonctionnement, celle-ci doit être effectuée conformément à 9.6.2 du présent document.

Les essais de vibrations doivent être réalisés sur le matériel dans les positions ouvertes et fermées. Le relais ou déclencheur de surcharge ne doit pas déclencher pendant l'essai. Pour contrôler le comportement des contacts principaux et auxiliaires, des essais peuvent être réalisés avec toute valeur de courant/tension.

L'essai au choc sur le matériel doit être réalisé en position d'ouverture.

Pour l'essai à la chaleur sèche, le matériel doit être en position fermée pendant la période de conditionnement (voir 5.3.3 de l'IEC 60068-2-2:2007). Pour les catégories A, B et C, l'essai peut être réalisé sans courant dans les pôles et pour les catégories D, E et F, l'essai doit être réalisé avec le courant AC-3 assigné maximal, mais peut être limité à 100 A pour des raisons pratiques. Pendant la dernière heure, l'ACP doit être manœuvré 5 fois manuellement et 5 fois à distance. Pendant tout l'essai, le relais ou déclencheur de surcharge peut déclencher.

Pour l'essai à basse température, l'essai Ad doit être choisi plutôt que l'essai Ab et le matériel doit être en position d'ouverture pendant la période de refroidissement. Il doit alors être alimenté pendant la dernière heure. Pour les catégories A, B et C, l'essai peut être réalisé sans courant dans les pôles et pour les catégories D, E et F, l'essai est réalisé avec le courant AC-3 assigné maximal, qui peut être limité à 100 A pour des raisons pratiques. Pendant cette dernière heure, l'ACP doit être manœuvré 5 fois manuellement et 5 fois à distance. Pendant tout l'essai, le relais ou déclencheur de surcharge ne doit pas déclencher.

Pour l'essai à la chaleur humide, pour les catégories A, B et C, l'essai peut être réalisé sans courant dans les pôles. Pour les catégories D, E et F, le matériel doit être alimenté avec le courant AC-3 assigné maximal pour le premier cycle et mis hors tension pour le second cycle. Le courant peut être limité à 100 A pour des raisons pratiques. Après stabilisation de la température, pendant les deux premières heures du premier cycle et pendant les deux dernières heures du second cycle, l'ACP doit être manœuvré 5 fois manuellement et 5 fois à distance. Le relais ou déclencheur de surcharge peut déclencher seulement si cela est admissible conformément à sa caractéristique de température.

Avec l'accord du fabricant, la durée des périodes de récupération peut être réduite.

Après l'essai au brouillard salin, le produit peut être lavé, si le fabricant y consent.

9.2 Conformité aux exigences relatives à la construction

9.2.1 Généralités

Le paragraphe 9.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

9.2.2 Performance électrique des organes de serrage sans vis

Le paragraphe 9.2.5.7 de l'IEC 60947-1: 2020 s'applique avec les modifications suivantes.

Le nombre d'échantillons doit être au minimum de 4.

L'insertion et la déconnexion des conducteurs doivent être effectuées conformément aux instructions du fabricant.

Un montage d'essai approprié est représenté à la Figure 3. Si les points de mesure ne peuvent pas être positionnés à moins de 10 mm du point de contact, la différence de tension entre les points de mesure idéaux et réels doit être déduite de la chute de tension mesurée. Cette différence de tension dans la partie du conducteur doit être déterminée avec une méthode de mesure appropriée sur un échantillon à une température stabilisée. Les méthodes et les résultats de mesure doivent être détaillés dans le rapport d'essai. Le courant d'essai est I_{th} .

NOTE 1 Une méthode d'essai particulière avec des sections de conducteur supérieures à 10 mm² est à l'étude.

NOTE 2 L'échantillon d'appareil peut être doté d'ouvertures ou de dispositions équivalentes constituant des points d'accès de mesure de la chute de tension sur la borne.

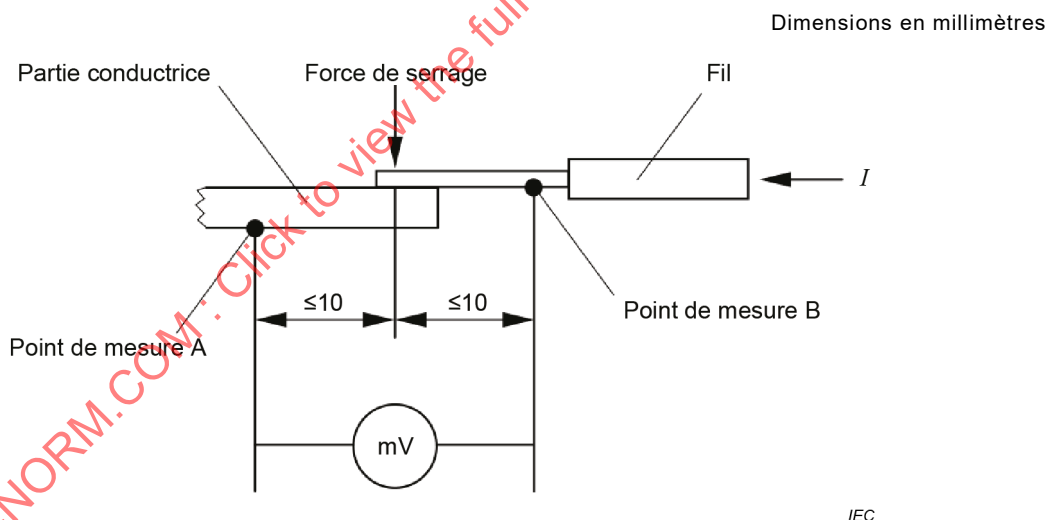


Figure 3 – Mesure de la chute de tension au point de contact de la borne de serrage

9.2.3 Essai de vieillissement des organes de serrage sans vis

Le paragraphe 9.2.5.8 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les modifications suivantes.

L'essai doit être réalisé sur l'appareil équipé des organes de serrage.

Le courant d'essai est I_{th} .

NOTE L'échantillon d'appareil peut être doté d'ouvertures ou de dispositions équivalentes constituant des points d'accès de mesure de la chute de tension sur la borne.

9.2.4 Essai de la source à énergie limitée

Un circuit à source à énergie limitée doit être soumis à essai comme suit, avec le matériel fonctionnant dans les conditions de fonctionnement normal.

Dans le cas où l'exigence de la source à énergie limitée dépend du ou des appareils de protection contre les surintensités, le ou les dispositifs doivent être mis en court-circuit.

Le matériel fonctionnant dans des conditions de fonctionnement normal, une charge résistive variable est connectée aux parties à l'étude et réglée afin d'obtenir un niveau exigé de puissance apparente limitée (VA). Un réglage supplémentaire est effectué, si nécessaire, pour maintenir la puissance apparente limitée (VA) pendant une période spécifiée en 8.1.14.

Une charge résistive variable est connectée au circuit à l'étude et réglée pour obtenir la limite de la puissance apparente indiquée dans le Tableau 20, le Tableau 21, ou dans le Tableau 22, suivant le cas. Un réglage supplémentaire est effectué, si nécessaire, pour maintenir la limite de la puissance apparente pendant la durée indiquée dans le Tableau 20, le Tableau 21, ou le Tableau 22, suivant le cas.

L'essai est réussi si, après la période d'essai, la puissance apparente disponible ne dépasse pas les limites indiquées dans le Tableau 20, le Tableau 21, ou le Tableau 22, suivant le cas.

Dans le cas où l'exigence relative à la source à énergie limitée dépend de l'appareil ou des appareils de protection contre les surintensités, le courant assigné d'au moins l'un des dispositifs de protection dans la voie de passage de courant ne doit pas dépasser la limite du Tableau 21.

Ces essais doivent être réalisés avec la combinaison la plus défavorable et dans les limites des spécifications de fonctionnement pour les paramètres indiqués par le fabricant, figurant en 5.5.

9.2.5 Défaillance de composants

9.2.5.1 Généralités

La défaillance d'un composant, identifié par les analyses du circuit en 8.1.16, doit être soumise à essai, le produit fonctionnant avec la charge produisant les conditions les plus sévères.

L'essai suivant réalisé conformément à 9.2.5.2 ne doit s'accompagner d'aucune émission de flamme ou de métal en fusion, ni d'inflammation du coton.

NOTE Une éventuelle perte de fonction principale est possible.

L'essai n'est pas exigé:

- si l'analyse du circuit indique qu'aucun autre composant ou portion du circuit n'est surchargé en réponse à un mode de défaillance par ouverture ou court-circuit d'un autre composant;
- pour les composants dans les circuits alimentés par des sources à énergie limitée conformément à 8.1.14;
- sur les semiconducteurs de puissance lorsque des essais équivalents sont réalisés pendant les essais de court-circuit;
- pour les composants qui ont précédemment été évalués avec succès étant donné leurs modes de défaillance et leurs conditions de mise en œuvre dans l'appareil.

9.2.5.2 Essai de défaillance de composants

Chaque composant identifié doit être soumis à un essai de défaillance dans les modes de défaillance de circuit ouvert et/ou de court-circuit, selon celui qui est le plus sévère.

L'essai ne doit s'accompagner d'aucune émission de flamme ou de métal en fusion, ni d'inflammation du coton. L'élément fusible ne doit pas s'ouvrir.

Les composants, tels que les condensateurs ou les diodes, font l'objet d'un court-circuit ou d'un circuit ouvert. Pour les appareils sans enveloppe dédiée, une enveloppe métallique extérieure ou une cage en treillis métallique (enveloppée de coton) dont la taille fait 1,5 fois celle de l'appareil (ou différente, en fonction des déclarations du fabricant) doit être fournie pour simuler les éventuelles parties mises à la masse autour de l'appareil. Dans le cas d'une enveloppe dédiée, le coton doit être placé sur toutes les ouvertures. L'enveloppe dédiée extérieure ou la cage en treillis métallique (le cas échéant) et toutes les parties métalliques mises à la masse ou exposées doivent être reliées au circuit d'alimentation par l'intermédiaire d'un élément fusible F, conformément au paragraphe 9.3.4.1.2 d) de l'IEC 60947-1:2020.

NOTE La définition d'un matériel sous enveloppe est donnée dans l'Annexe C de l'IEC 60947-1:2020.

9.3 Conformité aux exigences de fonctionnement

9.3.1 Séquences d'essais

Les essais de type sont groupés par séquences, comme indiqué dans le Tableau 19.

9.3.2 Conditions générales d'essai

9.3.2.1 Exigences générales

Le paragraphe 9.3.2.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Le terme « essai » est utilisé, dans tout le présent paragraphe pour chaque essai à réaliser; il convient d'interpréter le terme « vérification » dans le sens « essais de vérification » qui est utilisé là où il est destiné à vérifier l'état de l'ACP après un essai précédent au cours d'une séquence d'essais où l'ACP aurait pu être détérioré.

Le nombre d'échantillons à soumettre à essai pour chaque séquence d'essais et les conditions d'essai (par exemple: réglage des déclencheurs de surcharge, raccordements des bornes) sont spécifiés dans le Tableau 19.

Sauf spécification contraire, les essais doivent être réalisés sur un ACP dont le ou les courants assignés d'emploi sont les plus grands pour une dimension donnée et une construction similaire et sont supposés valables pour tous les courants assignés à cette dimension et à cette construction.

NOTE 1 Certaines catégories d'emploi peuvent être attribuées sans essai ou avec un nombre réduit d'essais, lorsque des essais de sévérité équivalente ou supérieure ont déjà été réalisés (voir 5.4.2).

NOTE 2 Une construction similaire signifie que les modifications n'auront aucun impact négatif sur les performances du produit. Par exemple, aucune modification des parties transportant le courant à l'exception des moyens de détection du courant (par exemple un élément bimétallique), la chambre à arc, etc.

Les ACP pour réseaux non reliés à la terre ou pour réseaux mis à la terre par une impédance (schéma IT) doivent être soumis à essai conformément à l'Annexe G.

9.3.2.2 Grandeurs d'essai

Le paragraphe 9.3.2.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.3.2.3 Interprétation des résultats d'essai

L'état de l'ACP après les essais doit être contrôlé par les vérifications exigées pour chaque séquence.

Un ACP est réputé avoir satisfait aux exigences du présent document s'il répond aux exigences de chaque séquence d'essais à laquelle il est soumis.

9.3.2.4 Rapports d'essai

Le paragraphe 9.3.2.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.3.3 Fonctionnement à vide et en conditions normales de charge et de surcharge

9.3.3.1 Manœuvre

Des essais doivent être réalisés pour vérifier que le matériel fonctionne correctement et conformément aux exigences de 8.2.1.1.

9.3.3.2 Limites de fonctionnement

9.3.3.2.1 Généralités

Le paragraphe 9.3.3.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Lorsque le déclencheur d'ouverture à maximum de courant est normalement monté comme une partie intégrante d'un ACP, il doit être vérifié dans l'ACP correspondant. Tout déclencheur séparé doit être monté sensiblement comme pour les conditions de service normal. L'ACP complet doit être monté conformément à 9.3.2.1. L'ACP à l'essai doit être protégé contre des échauffements ou des refroidissements anormaux dus à des causes extérieures.

Les essais des limites de fonctionnement des relais et déclencheurs doivent respecter 9.3.3.2.2.

9.3.3.2.2 Relais et déclencheurs

a) Fonctionnement des relais ou déclencheurs à minimum de tension

Les relais ou déclencheurs à minimum de tension doivent être soumis à essai pour vérifier qu'ils satisfont aux exigences de 8.2.1.3. S'il est associé à un appareil de connexion, le déclencheur doit être adapté à l'appareil de connexion ayant le courant maximal assigné pour lequel le déclencheur convient.

1) Tension de retombée

La tension doit être réduite à partir de la tension assignée d'alimentation du circuit de commande à une vitesse permettant d'atteindre 0 V en approximativement 30 s.

L'essai pour la limite inférieure est effectué sans préchauffage préalable de la bobine du déclencheur. Pour un déclencheur ayant une plage de tensions assignées d'alimentation du circuit de commande, cet essai s'applique à la tension maximale de la plage. En cas d'association avec un appareil de connexion, l'essai pour la limite inférieure est effectué sans courant dans le circuit principal.

L'essai pour la limite supérieure est réalisé en partant d'une température constante correspondant à l'application de la tension assignée d'alimentation du circuit de commande au déclencheur et du courant assigné dans les pôles principaux. Cet essai peut être combiné avec l'essai d'échauffement de 9.3.3.3. Pour un déclencheur ayant une plage de tensions assignées d'alimentation du circuit de commande, cet essai est effectué à la tension assignée minimale d'alimentation du circuit de commande.

2) Essai pour les limites de fonctionnement en cas d'association avec un appareil de connexion

En commençant avec le circuit principal ouvert, à la température de la salle d'essai, et avec la tension d'alimentation à 35 % de la tension assignée maximale d'alimentation du circuit de commande, il doit être vérifié que l'appareil de connexion ne peut pas être fermé par le fonctionnement de son organe de commande. Lorsque la tension d'alimentation est augmentée jusqu'à 85 % de la tension minimale d'alimentation du circuit de commande, il doit être vérifié que l'appareil de connexion peut être fermé par le fonctionnement de son organe de commande.

3) Fonctionnement dans des conditions de surtension

Lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, l'essai est effectué sans courant dans le circuit principal. L'essai à 110 % de la tension assignée d'alimentation doit être réalisé pendant 30 min ou jusqu'à ce que la température ait atteint l'équilibre thermique et sans altérer ses fonctions. Une vérification doit être effectuée conformément à 2) ci-dessus.

b) Déclencheurs à bobine en dérivation

Les déclencheurs shunt doivent être soumis à essai pour vérifier qu'ils satisfont aux exigences de 8.2.1.4 à la température ambiante. Lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, le déclencheur doit être monté sur l'appareil de connexion présentant le courant assigné maximal auquel est adapté le déclencheur.

Pour un déclencheur doté d'une plage de tensions assignées d'alimentation du circuit de commande, les tensions d'essai doivent être égales à 70 % de la tension assignée minimale d'alimentation du circuit de commande et à 110 % de la tension assignée maximale d'alimentation du circuit de commande.

c) Relais et déclencheur de surcharge thermiques, électroniques et magnétiques temporisés

Les relais ou déclencheurs de surcharge doivent être raccordés avec des conducteurs conformes au Tableau 9, au Tableau 10 et au Tableau 11 de l'IEC 60947-1:2020 pour des courants d'essai correspondant à:

- 100 % du courant de réglage du relais de surcharge pour les relais de surcharge de classes de déclenchement 2, 3, 5 et 10 A pour tous les types de relais de surcharge (voir le Tableau 3) et de classe de déclenchement 10, 20, 30 et 40 pour les types de relais électroniques de surcharge;
- 125 % du courant de réglage du relais de surcharge pour les relais thermiques de surcharge de classes de déclenchement 10, 20, 30 et 40 (voir le Tableau 3) et pour les relais de surcharge pour lesquels une durée de déclenchement maximale supérieure à 40 s est spécifiée (voir 5.7.3).

Il doit être vérifié que les relais et déclencheurs fonctionnent conformément aux exigences de 8.2.1.5.1 avec tous les pôles alimentés.

Les caractéristiques définies en 8.2.1.5.1 doivent être vérifiées à -5 °C, +20 °C, +40 °C. En outre, toute caractéristique temps-courant déclarée en dehors de la plage comprise entre -5 °C et +40 °C doit être vérifiée aux températures minimale et maximale. Cependant, pour les relais ou déclencheurs déclarés compensés pour la température ambiante dont la plage de températures déclarée par le fabricant est hors de la plage donnée dans le Tableau 2, il n'est pas nécessaire de vérifier les caractéristiques à -5 °C et/ou +40 °C dans le cas où les valeurs correspondantes de courant de déclenchement soumises à essai aux températures minimale et maximale déclarées sont à l'intérieur des limites spécifiées pour -5 °C et/ou +40 °C dans ce Tableau 2.

Pour les relais ou déclencheurs électroniques de surcharge, l'essai de vérification de la mémoire thermique de 8.2.1.5.1.2 doit être réalisé à +20 °C.

Les relais ou déclencheurs tripolaires, qu'il s'agisse de relais ou déclencheurs thermiques ou de relais ou déclencheurs électroniques de surcharge, qui sont alimentés sur deux pôles seulement, doivent être soumis à essai comme indiqué en 8.2.1.5.2 sur toutes les combinaisons de pôles et, dans le cas des relais à courant de réglage ajustable, aux valeurs maximale et minimale du courant de réglage.

d) Relais instantanés de surcharge magnétiques

Chaque relais doit être soumis à essai séparément. Le courant traversant le relais doit être augmenté à une cadence appropriée pour permettre un relevé exact. Les valeurs doivent être celles indiquées en 8.2.1.5.3.

e) Déclencheurs de court-circuit

Le paragraphe 9.3.3.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants.

La température de l'air ambiant doit être mesurée comme lors des essais d'échauffement (voir 8.2.2). Tout déclencheur séparé doit être monté comme pour les conditions de service normal. L'ACP complet doit être monté conformément à 8.2.2.

Pour un ACP avec des déclencheurs de court-circuit réglables, un essai doit être réalisé au:

- réglage minimal du courant, et au
- réglage maximal du courant,

dans chaque cas avec des conducteurs correspondant au courant assigné d'emploi I_e .

Pour des essais pour lesquels la caractéristique de déclenchement est indépendante de la température des bornes (par exemple les déclencheurs électroniques de surcharge, les déclencheurs magnétiques), les données de connexion (type, section, longueur) peuvent être différentes de celles exigées en 9.3.3.3.4 de l'IEC 60947-1:2020.

Les essais peuvent être réalisés à n'importe quelle tension adaptée.

Le fonctionnement des déclencheurs de court-circuit doit être vérifié à 80 % et 120 % du réglage du courant de court-circuit du déclencheur. Les courants d'essai ne doivent pas présenter d'asymétrie.

Pour une valeur du courant d'essai égale à 80 % du courant de réglage de court-circuit, le déclencheur ne doit pas fonctionner, le courant étant maintenu pendant 0,2 s.

Pour une valeur de courant d'essai égale à 120 % du courant de réglage de court-circuit, le déclencheur doit fonctionner dans les 0,2 s.

Pour un ACP avec un déclencheur électronique à maximum de courant, le fonctionnement des déclencheurs de court-circuit peut être vérifié par un seul essai sur chaque pôle individuellement.

Pour un ACP avec des déclencheurs électromagnétiques à maximum de courant, le fonctionnement des déclencheurs de court-circuit multipolaires doit être vérifié par un seul essai sur chaque combinaison de pôles biphasés en série. En outre, le fonctionnement des déclencheurs de court-circuit doit être vérifié une fois sur chaque pôle individuellement, à 120 % soit de la valeur déclarée par le fabricant pour les pôles individuels, soit du réglage du courant de court-circuit (si aucune valeur n'est déclarée pour les pôles individuels), à laquelle il doit déclencher dans les 0,2 s.

f) Relais à minimum de courant

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à 8.2.1.5.3.

g) Relais à minimum de courant en commutation automatique

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à 8.2.1.5.3.

h) Relais ou déclencheur de calage

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à 8.2.1.5.4.

Pour les relais ou déclencheurs de calage à détection de courant, la vérification doit être effectuée pour les valeurs minimale et maximale du courant de réglage et pour les temps d'inhibition de calage minimal et maximal (quatre réglages).

Pour les relais ou déclencheurs de calage fonctionnant en conjonction avec un dispositif de détection de rotation, la vérification doit être effectuée pour les temps d'inhibition de calage minimal et maximal. Le capteur peut être simulé par un signal approprié sur l'entrée capteur du relais ou déclencheur de calage.

i) Relais ou déclencheur de blocage

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à 8.2.1.5.5.

La vérification doit être effectuée pour les valeurs minimale et maximale du courant de réglage et pour les temps d'inhibition de blocage minimal et maximal (quatre réglages).

Pour chacun des quatre réglages, l'essai doit être réalisé dans les conditions suivantes:

- appliquer un courant d'essai égal à 95 % de la valeur du courant de réglage. Le relais ou déclencheur de blocage ne doit pas déclencher;
- augmenter le courant d'essai à 120 % de la valeur du courant de réglage. Le relais ou déclencheur de blocage doit déclencher conformément aux exigences indiquées en 8.2.1.5.5.

9.3.3.3 Echauffement

9.3.3.3.1 Température de l'air ambiant

Le paragraphe 9.3.3.3.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.3.3.3.2 Mesure de la température des pièces

Le paragraphe 9.3.3.3.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.3.3.3.3 Echauffement d'une partie

Le paragraphe 9.3.3.3.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.3.3.3.4 Echauffement du circuit principal

Le paragraphe 9.3.3.3.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique à l'exception qu'un seul essai doit être réalisé avec tous les pôles du circuit principal chargés à la valeur maximale de leur courant assigné individuel et comme indiqué en 8.2.2.5, et avec les ajouts suivants.

Le circuit principal doit être alimenté comme indiqué en 8.2.2.5.

Tous les circuits auxiliaires parcourus normalement par du courant doivent être alimentés à la valeur maximale de leur courant assigné d'emploi (voir 5.6) et les circuits de commande doivent être alimentés à leurs tensions assignées (voir 5.5).

Pour les ACP tétrapolaires, un essai doit d'abord être réalisé sur les trois pôles équipés de déclencheurs à maximum de courant. Un essai supplémentaire distinct doit être réalisé sur les ACP de courant thermique conventionnel ne dépassant pas 63 A, en faisant passer le courant d'essai par le quatrième pôle et le pôle adjacent. Pour les valeurs supérieures du courant thermique, la méthode d'essai doit faire l'objet d'un accord particulier entre le fabricant et l'utilisateur. L'essai doit être réalisé au cours de la séquence d'essais I (voir 9.5.2.2).

9.3.3.3.5 Echauffement des circuits de commande

Le paragraphe 9.3.3.3.5 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

L'échauffement doit être mesuré pendant l'essai de 9.3.3.3.4.

9.3.3.3.6 Echauffement des bobines des électroaimants

Le paragraphe 9.3.3.3.6 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

La bobine dont la valeur mesurée de consommation de puissance de maintien est la plus élevée à une fréquence donnée en courant alternatif ou en courant continu, conformément à 9.3.3.9.2, est jugée représentative de toutes les bobines, pour le même ACP, et doit être utilisée pour l'essai d'échauffement.

- a) Les électroaimants des ACP prévus pour un service ininterrompu ou un service de 8 h ne doivent être soumis qu'aux conditions d'essai prescrites en 8.2.2.7.1, le circuit principal étant parcouru par le courant assigné correspondant pendant toute la durée de l'essai. L'échauffement doit être mesuré pendant l'essai de 9.3.3.3.4.

- b) Les électroaimants des ACP prévus pour un service intermittent doivent être soumis à l'essai indiqué en a), ainsi qu'à l'essai prescrit pour leur classe en 8.2.2.7.2 en l'absence de courant dans le circuit principal.
- c) Les enroulements spéciaux (pour service temporaire ou périodique) doivent être soumis à essai comme indiqué en 8.2.2.7.3, le circuit principal n'étant parcouru par aucun courant.

9.3.3.3.7 Echauffement des circuits auxiliaires

Le paragraphe 9.3.3.3.7 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

L'échauffement doit être mesuré pendant l'essai de 9.3.3.3.4.

9.3.3.4 Propriétés diélectriques

9.3.3.4.1 Essais de type

Le paragraphe 9.3.3.4.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les modifications suivantes.

- Les deux phrases suivantes s'appliquent à la fin du point 1).
La feuille métallique doit être appliquée à toutes les surfaces susceptibles d'être touchées par des personnes en fonctionnement normal ou lors du réglage du matériel et lorsque ces surfaces peuvent également être touchées par le doigt d'épreuve normalisé.
Il n'est pas exigé que la feuille métallique soit appliquée pour la vérification de la tenue à la fréquence industrielle après les essais de commutation et de court-circuit.
- La phrase suivante s'applique après le second alinéa du point 2 c) ii).
Si le circuit de commande normalement raccordé au circuit principal est déconnecté (conformément à 9.3.3.4.1, point 2) b) de l'IEC 60947-1:2020), la méthode utilisée pour maintenir les contacts principaux fermés doit être indiquée dans le rapport d'essai.
- La phrase suivante s'applique à la fin du point 3) c).
Si le circuit de commande normalement raccordé au circuit principal est déconnecté, la méthode utilisée pour maintenir les contacts principaux fermés doit être indiquée dans le rapport d'essai.
- La phrase du point 8) est remplacée par ce qui suit.
Pour les ACP aptes au sectionnement, le courant de fuite doit être mesuré à travers chaque pôle, les contacts étant en position d'ouverture, à une tension d'essai de $1,1 U_e$, et ne doit pas dépasser 0,5 mA.

9.3.3.4.2 Essais individuels de série

9.3.3.4.2.1 Généralités

Le paragraphe 9.3.3.4.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

9.3.3.4.2.2 Essai individuel de tension de tenue à la fréquence industrielle pour les appareils intégrant des composants de limitation de tension

A la discrétion du fabricant, l'appareil incluant des composants de limitation de tension doit être soumis à essai selon la séquence a) à b) suivante.

a) Application de la tension d'essai

L'essai doit être réalisé conformément au point 2) de 9.3.3.4.2 de l'IEC 60947-1:2020. La valeur de la tension d'essai doit être la valeur efficace U_v (tension d'emploi maximale des composants de limitation de tension) ou la valeur maximale U_v en courant continu des composants de limitation de tension avec une tolérance de -10 %.

Critère de performance: le relais à maximum de courant de l'appareillage d'essai ne doit pas déclencher (limite inférieure de déclenchement).

b) Vérification de la fonction appropriée des composants de limitation de tension

L'essai doit être réalisé conformément au point 2) de 9.3.3.4.2 de l'IEC 60947-1:2020. La valeur de la tension d'essai doit être choisie par le fabricant de façon à générer un courant entre la limite supérieure et la limite inférieure de déclenchement de l'appareillage d'essai.

Critère de performance: le courant doit être entre a) et b) et le composant de limitation de tension ne doit pas être endommagé.

9.3.3.5 Pouvoirs de fermeture et de coupure

9.3.3.5.1 Conditions générales d'essai

Le paragraphe 9.3.3.5.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Les essais doivent être réalisés dans les conditions de fonctionnement indiquées dans le Tableau 8.

La tension d'alimentation du circuit de commande doit être 100 % de U_s , sauf pour l'essai d'établissement des catégories d'emploi AC-3, AC-3e et AC-4 où cette tension doit être 110 % de U_s pour la moitié du nombre de cycles de manœuvres et 85 % de U_s pour l'autre moitié.

Les connexions du circuit principal doivent être semblables à celles qui sont prévues lorsque l'ACP est en service. En cas de nécessité ou pour des raisons de commodité, les circuits de commande et auxiliaires et, en particulier, la bobine de manœuvre de l'ACP peuvent être alimentés par une source indépendante avec la section indiquée dans le Tableau 9, le Tableau 10 et le Tableau 11 de l'IEC 60947-1:2020 pour une catégorie d'emploi. Une telle source doit fournir la même nature de courant et la même tension que celles spécifiées pour les conditions de service.

Le relais de surcharge peut être mis en court-circuit pour les essais de pouvoirs assignés de fermeture et de coupure.

9.3.3.5.2 Circuit d'essai

Le paragraphe 9.3.3.5.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.3.3.5.3 Caractéristiques de la tension transitoire de rétablissement

Le paragraphe 9.3.3.5.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.3.3.5.4 Disponible

9.3.3.5.5 Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure

Le paragraphe 9.3.3.5 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

1) Procédure d'essai pour les catégories d'emploi autres que AC-4

L'ACP doit effectuer les manœuvres d'établissement et de coupure indiquées en 8.2.4.1 et dans le Tableau 8.

Les ACP de catégories d'emploi AC-3 et AC-3e doivent être soumis à 50 manœuvres de fermeture seule, suivies de 50 manœuvres de fermeture et d'ouverture.

2) Procédure d'essai pour la catégorie d'emploi AC-4

L'ACP doit établir et interrompre les courants donnés dans le Tableau 8.

En premier lieu, 50 manœuvres de fermeture seule doivent être effectuées, suivies de 50 manœuvres de fermeture et d'ouverture.

Le circuit de charge doit être raccordé à l'ACP comme le serait un moteur. Pour les ACP inverseurs avec capacité d'inversion du sens de marche comportant deux appareils A et B,

ceux-ci doivent être raccordés et utilisés comme en usage normal. Chaque séquence de 50 manœuvres doit être:

fermeture de A – ouverture de A – fermeture de B – ouverture de B – temps de repos.

L'inversion du sens de marche, de l'ouverture de A à la fermeture de B doit être effectuée aussi vite que le permet le système normal de commande. Les dispositifs de verrouillage mécanique et/ou électrique disposés dans l'ACP inverseur avec capacité d'inversion du sens de marche ou prévus pour associer des ACP comme dispositifs d'inversion du sens de marche doivent être utilisés.

Si la disposition du circuit d'inversion du sens de marche permet d'alimenter simultanément les ACP, 10 séquences supplémentaires doivent être effectuées, les ACP étant simultanément sous tension.

9.3.3.5.6 Comportement de l'ACP pendant et après les essais de pouvoir de fermeture et de coupure, de commutation et d'inversion de marche

- a) Il ne doit se produire ni arc permanent, ni contournement entre pôles ou entre pôles et châssis, ni fusion de l'élément fusible F inséré dans le circuit de détection de fuite (voir 9.3.4.1.2 de l'IEC 60947-1:2020), ni soudure des contacts.
- b) Après l'essai, l'ACP étant en position marche, il doit être vérifié qu'il y a continuité électrique entre chaque paire de bornes d'alimentation et de charge.
- c) La vérification de la non-soudure des contacts doit être effectuée comme suit.

Dans le cas des ACP équipés d'organes de manœuvre manuels, il ne doit pas y avoir de continuité électrique entre de quelconques bornes d'alimentation et de charge, d'abord avec les organes de manœuvre manuels en position de fermeture et en l'absence de tension d'alimentation du circuit de commande, et ensuite en ouvrant les organes de manœuvre manuels en appliquant la tension d'alimentation du circuit de commande. Dans le cas des ACP dépourvus d'organes de manœuvre manuels, il doit être vérifié qu'il n'y a aucune continuité électrique entre de quelconques bornes d'alimentation et de charge, en actionnant successivement chacun des dispositifs de commande d'ouverture à distance, tous les dispositifs de commande de fermeture à distance étant préalablement en position de fermeture.

NOTE Pour s'assurer d'une procédure correcte pour cette vérification, il peut être judicieux de se référer aux instructions du fabricant.

9.3.3.6 Aptitude au fonctionnement en service

Le paragraphe 9.3.3.6 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Les essais relatifs à la vérification du fonctionnement conventionnel en service sont destinés à vérifier qu'un ACP est capable de satisfaire aux exigences données dans le Tableau 10 et, après les essais de court-circuit à I_{cr} ou à I_{cs} , de satisfaire aux exigences données dans le Tableau 11.

Pour un ACP équipé de contacts miroirs, l'essai supplémentaire de F.7.3 doit être réalisé.

Les connexions de raccordement au circuit principal doivent être semblables à celles destinées à être utilisées quand l'ACP est en service avec la section donnée dans le Tableau 9, le Tableau 10 et le Tableau 11 de l'IEC 60947-1:2020 pour une catégorie d'emploi.

Le relais de surcharge peut être mis en court-circuit pour ces essais.

Le circuit d'essai mentionné en 9.3.3.5.2 s'applique.

La tension de commande doit être 100 % de la tension assignée d'alimentation du circuit de commande.

9.3.3.7 Durabilité

9.3.3.7.1 Durabilité mécanique

Le paragraphe 9.3.3.7.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

La durabilité mécanique d'un ACP est vérifiée par un essai spécial réalisé à la discrétion du fabricant.

Des recommandations pour la réalisation de cet essai sont données en A.2.

9.3.3.7.2 Durabilité électrique

Le paragraphe 9.3.3.7.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

La durabilité électrique d'un ACP est vérifiée par un essai spécial réalisé à la discrétion du fabricant.

Des recommandations pour la réalisation de cet essai sont données en A.3.

9.3.3.8 Impédance de pôle

Le paragraphe 9.3.3.8 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique. La Figure 4 donne un exemple de circuit de mesure.

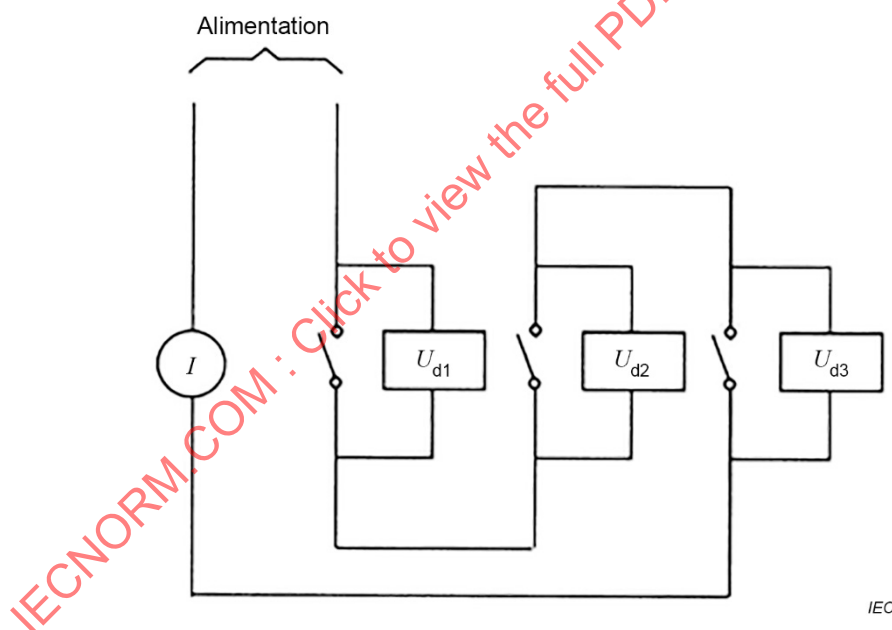


Figure 4 – Exemple de mesure de l'impédance de pôle pour un ACP tripolaire

9.3.3.9 Consommation de puissance de la bobine

9.3.3.9.1 Généralités

Les caractéristiques de l'alimentation électrique d'une bobine nécessaires pour l'électroaimant d'un ACP nécessitent d'être déterminées tant pour la puissance de maintien que pour la puissance d'appel.

Dans le cas où différentes bobines couvrent une plage de tensions, 5 bobines numérotées i doivent être soumises à essai comme suit:

La bobine ayant la tension assignée d'alimentation du circuit de commande U_s la plus basse, la bobine ayant la tension assignée d'alimentation du circuit de commande U_s la plus élevée, plus 3 autres bobines jugées représentatives des bobines avec la puissance de maintien calculée la plus élevée à la discrétion du fabricant.

L'essai doit être réalisé à la température ambiante de $+23\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$, et sans aucune charge dans les circuits principaux et auxiliaires. La bobine doit être alimentée par la tension assignée d'alimentation du circuit de commande U_s et à la fréquence assignée. Pour une bobine donnée et une plage de tensions déclarée, l'essai doit être réalisé à la tension la plus élevée à la fréquence respective.

Pour un électroaimant commandé par un courant alternatif, les valeurs mesurées doivent être obtenues avec une méthode de mesure en valeur efficace couvrant au moins une bande passante de 0 Hz à 10 kHz. Pour un électroaimant commandé par un courant continu, les valeurs mesurées doivent être obtenues en valeur moyenne. Pour un électroaimant commandé par un courant alternatif ou un courant continu, les valeurs de puissance obtenues doivent être données avec une incertitude de mesure inférieure à 5 %.

Pour les bobines d'électroaimant commandées électroniquement, la méthode de mesure doit couvrir une bande passante d'au moins 0 Hz à 100 kHz, sans être inférieure à dix fois la fréquence de commutation de la commande électronique.

La valeur déclarée par le fabricant doit être supérieure ou égale à la valeur moyenne des 5 bobines soumises à essai.

9.3.3.9.2 Puissance de maintien pour les bobines d'électroaimants conventionnels et commandées électroniquement

Le courant $I_{(i)}$ de la bobine doit être mesuré après avoir alimenté celle-ci et après qu'elle a atteint une température stable.

La consommation de puissance de maintien est définie comme suit:

$S_{h(i)} = U_{s(i)} \times I_{(i)}$ [VA] pour un électroaimant commandé par un courant alternatif;

$P_{c(i)} = U_{s(i)} \times I_{(i)}$ [W] pour un électroaimant commandé par un courant continu;

$S_h = \sum (U_{s(i)} \times I_{(i)}) / 5$ [VA] respectivement $P_c = \sum (U_{s(i)} \times I_{(i)}) / 5$ [W]

Pour les électroaimants commandés électroniquement avec des courants assignés alternatif et continu, il convient d'effectuer la mesure pour les deux caractéristiques assignées.

NOTE La puissance dissipée d'un électroaimant commandé par un courant alternatif peut également s'exprimer en [W], en prenant en compte le facteur de puissance.

9.3.3.9.3 Puissance d'appel pour un électroaimant commandé par un courant continu avec enroulements d'appel et de maintien distincts ou un électroaimant commandé par un courant alternatif

La mesure de la puissance d'appel doit être effectuée juste après la mesure du courant de maintien (voir 9.3.3.9.2).

Le courant $I_{(i)}$ respectivement $\hat{I}_{(i)}$ de la bobine doit être mesuré juste après que la bobine a été mise hors tension et que l'ACP a été maintenu en position ARRÊT puis qu'il a été réalimenté.

La consommation de puissance d'appel est définie de la manière suivante:

$$S_{p(i)} = U_s \times \hat{I}_{(i)} \text{ [VA]}$$

$S_p = \sum U_{s(i)} \times \hat{I}_{(i)} / 5 \text{ [VA]}$ pour un électroaimant commandé par un courant alternatif et par un courant continu.

Pour un électroaimant commandé par un courant continu, la consommation de puissance est exprimée en VA afin de représenter la puissance apparente totale compte tenu de sa forme d'onde non linéaire, mais elle peut également être exprimée en W.

NOTE 1 Sauf indication contraire dans la documentation du fabricant, pour un électroaimant conventionnel commandé par un courant continu, la puissance d'appel est égale à la puissance de maintien.

NOTE 2 Selon la conception de l'ACP avec des enroulements d'appel et de maintien distincts, une attention particulière est portée afin de ne pas brûler la bobine en effectuant une mesure de courte durée (bobine alimentée pendant moins de 1 s ou 2 fois le temps d'appel indiqué par le fabricant s'il est supérieur à 1 s).

9.3.3.9.4 Puissance d'appel pour un électroaimant commandé électroniquement

Le mesurage de l'appel est à l'étude.

9.3.4 Fonctionnement en court-circuit

9.3.4.1 Conditions générales pour les essais de court-circuit

9.3.4.1.1 Exigences générales

Le présent paragraphe spécifie les conditions d'essai pour la vérification de la conformité aux exigences de 8.2.5.

Le paragraphe 9.3.4.1.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec le développement suivant.

Les ACP doivent être soumis à essai à l'air libre. Pour les essais du pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit, un écran en grillage métallique doit être placé à tous les endroits de l'ACP susceptibles d'être le siège de manifestations extérieures pouvant provoquer un claquage, en respectant les montages et les distances spécifiés par le fabricant. Le détail de ce montage, y compris les distances de l'ACP en essai au grillage métallique, doit figurer dans le rapport d'essai. Les ACP destinés à être utilisés dans une enveloppe individuelle doivent, en plus, être soumis à essai suivant la séquence d'essais VII dans la plus petite de ces enveloppes précisée par le fabricant. Pour les appareils soumis à essai uniquement à l'air libre, des informations doivent être fournies pour indiquer que l'appareil n'a pas été évalué pour une utilisation dans une enveloppe individuelle.

NOTE 1 Une enveloppe individuelle est une enveloppe conçue et dimensionnée pour contenir un seul ACP ainsi que le matériel accessoire, le cas échéant.

NOTE 2 Les exigences relatives aux ensembles stationnaires et mobiles sous enveloppe comprenant plusieurs appareils sont données par la série IEC 61439 (toutes les parties).

Cet essai supplémentaire doit être réalisé sur un nouvel échantillon et doit consister en une séquence de manœuvres O – t – CO – t – rCO (voir 9.5.8.2) suivie d'une vérification de la tenue diélectrique conformément à 9.5.3.4.

Si un ACP est équipé de déclencheurs réglables à maximum de courant, le réglage de ces déclencheurs doit être comme spécifié pour chaque séquence d'essais.

Dans le cas des ACP qui n'ont pas de déclencheur à maximum de courant, mais qui ont un déclencheur shunt, celui-ci doit être alimenté sous une tension égale à 70 % de la tension assignée d'alimentation du circuit de commande de ce déclencheur (voir 8.2.1.4), appliquée au plus tôt au début du court-circuit et au plus tard 10 ms après le début de celui-ci.

Pour tous ces essais, le côté source du circuit d'essai doit être raccordé aux bornes correspondantes de l'ACP, telles qu'elles ont été repérées par le fabricant. En l'absence de tels repères, les connexions d'essai doivent être comme spécifié dans le Tableau 18.

9.3.4.1.2 Circuit d'essai

Le paragraphe 9.3.4.1.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.3.4.1.3 Facteur de puissance du circuit d'essai

Le paragraphe 9.3.4.1.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Si le Tableau 13 est utilisé, le facteur de puissance est donné dans ce Tableau 13.

9.3.4.1.4 Constante de temps du circuit d'essai

Le paragraphe 9.3.4.1.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.3.4.1.5 Etalonnage du circuit d'essai

Le paragraphe 9.3.4.1.5 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.3.4.1.6 Procédure d'essai

Le paragraphe 9.3.4.1.6 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec le développement suivant.

L'ACP doit être monté et connecté comme en utilisation normale avec la section indiquée dans le Tableau 9, le Tableau 10 et le Tableau 11 de l'IEC 60947-1:2020 pour une catégorie d'emploi.

Les essais de vérification de fonctionnement en condition de court-circuit doivent être réalisés conformément aux séquences d'essais III et IV (9.5.4 et 9.5.5).

Pour les ACP dont le courant assigné ne dépasse pas 630 A, il convient d'utiliser comme suit un conducteur de 75 cm de longueur et de section spécifiée en 9.3.3.2 comme indiqué ci-après:

- 50 cm côté amont;
- 25 cm côté aval.

Les symboles suivants sont utilisés pour définir les séquences de manœuvres:

- O représente une manœuvre de coupure;
- CO représente une manœuvre manuelle d'établissement, le circuit de commande étant au préalable alimenté, suivie d'une manœuvre de coupure. En l'absence d'organe de manœuvre manuel, un cycle de manœuvres rCO doit être effectué à la place;
- rCO représente une manœuvre d'établissement commandée à distance (en alimentant le circuit de commande) suivie d'une manœuvre de coupure;
- t représente l'intervalle de temps entre deux manœuvres successives en court-circuit, qui doit être de 3 min ou la durée de réarmement de l'ACP, la durée retenue étant la plus élevée des deux. La valeur réelle de t doit être spécifiée dans le rapport d'essai.

La valeur maximale de I^2t (3.7.18 de l'IEC 60947-1:2020) relevée durant ces essais doit être consignée dans le rapport d'essai.

NOTE La valeur maximale de I^2t enregistrée durant les essais ne peut pas être la valeur maximale possible pour les conditions prescrites. Des essais supplémentaires peuvent être nécessaires s'il est nécessaire de déterminer cette valeur maximale.

ACP tétrapolaires

- a) Pour un ACP tétrapolaire ayant quatre pôles identiques, les essais doivent être réalisés sur trois pôles conformément à la Figure 11 de l'IEC 60947-1:2020.
- b) Pour un ACP tétrapolaire dont le quatrième pôle a des caractéristiques assignées de court-circuit de valeur plus faible, les essais doivent être réalisés sur les trois pôles principaux conformément à la Figure 11 de l'IEC 60947-1:2020; un essai supplémentaire doit être réalisé sur le quatrième pôle et sur le pôle adjacent, à une tension appliquée de $U_e/\sqrt{3}$, en utilisant le circuit d'essai de la Figure 12 de l'IEC 60947-1:2020 (voir le dernier alinéa de cette figure). Le courant d'essai doit correspondre à la valeur assignée au quatrième pôle.
- c) Pour un ACP tétrapolaire à pôle neutre interrompu (voir 8.1.8 de l'IEC 60947-1:2020), l'essai doit être réalisé sur les quatre pôles conformément à la Figure 12 de l'IEC 60947-1:2020.

9.3.4.1.7 Interprétation des enregistrements

Le paragraphe 9.3.4.1.8 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.3.4.2 Comportement de l'ACP pendant les essais de fermeture et de coupure en court-circuit

Les paragraphes 9.3.3.5.6 a) et 9.3.3.5.6 c) s'appliquent. Après réarmement le paragraphe 9.3.3.5.6 b) s'applique.

En outre, le boîtier ne doit pas présenter de cassure, mais l'on peut accepter des fêlures superficielles.

NOTE Les fêlures superficielles résultent de fortes pressions de gaz ou de contraintes thermiques survenant lors de l'extinction d'un arc interrompant de très forts courants de défaut et sont de nature superficielle. Elles ne se développent donc pas sur toute l'épaisseur du boîtier moulé de l'appareil.

La porte ou le couvercle de l'enveloppe, s'il y a lieu, ne doit pas être ouvert par soufflage et il doit être possible de l'ouvrir.

9.4 Essais pour la CEM

9.4.1 Généralités

Le paragraphe 9.4.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants.

Avec l'accord du fabricant, plusieurs essais CEM ou tous les essais CEM peuvent être réalisés sur un seul et même échantillon, qui peut être neuf ou avoir subi les séquences d'essais conformément à 9.3.1. L'ordre des essais CEM est laissé au choix.

Les ACP de fréquence assignée 50 Hz ou 60 Hz doivent être soumis à essai indifféremment à l'une de ces fréquences.

La CEM doit être vérifiée sur la production de série. Lorsqu'une gamme d'ACP est composée d'éléments électroniques de commande et de capteurs similaires, dans des tailles de châssis analogues, il est uniquement nécessaire de soumettre à essai un échantillon représentatif de l'ACP tel que spécifié par le fabricant.

Le rapport d'essai et le manuel d'instruction doivent inclure toutes les mesures particulières prises pour obtenir la conformité, par exemple l'emploi de câbles blindés ou spéciaux. Lorsque du matériel auxiliaire est utilisé avec l'ACP afin de satisfaire aux exigences d'immunité ou d'émission, cela doit être inclus dans le rapport et le manuel d'instructions.

Le courant de réglage I_R des relais ou déclencheurs à maximum de courant doit être réglé à la valeur minimale.

Les relais ou déclencheurs de court-circuit et instantanés doivent être ajustés, le cas échéant, chacun à la valeur minimale sans que celle-ci ne soit inférieure à 2,5 fois I_R .

Sauf spécification contraire dans le paragraphe correspondant, après les essais d'immunité, les limites de fonctionnement de 8.2.1.2 et de 8.2.1.5.1.2, le cas échéant, doivent être vérifiées.

Après les essais d'émission, aucun contrôle du comportement n'est exigé.

Le rapport d'essai doit aussi inclure toutes les mesures spéciales qui ont été prises pour obtenir la conformité, par exemple l'emploi de câbles blindés ou spéciaux. Lorsque du matériel auxiliaire est utilisé avec l'appareil afin de satisfaire aux exigences relatives à l'immunité ou à l'émission, cela doit être inclus dans le rapport.

Sauf spécification contraire dans les paragraphes correspondants, l'échantillon d'essai doit être mis en position d'ouverture ou de fermeture, en choisissant le cas le plus défavorable, et doit être mis en fonctionnement avec l'alimentation assignée de commande.

Sauf spécification contraire dans les paragraphes correspondants, l'échantillon d'essai doit être mis à l'air libre.

Les pôles principaux de l'ACP peuvent être connectés en série ou en trois phases, suivant le cas.

9.4.2 Immunité

9.4.2.1 Généralités

Le paragraphe 9.4.2.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants.

Les essais du Tableau 15 sont exigés.

Si, pendant les essais CEM, des conducteurs doivent être raccordés à l'échantillon d'essai, la section et le type des conducteurs sont facultatifs mais doivent être conformes aux informations publiées par le fabricant.

Tableau 15 – Essais d'immunité de CEM

Type d'essai	Niveau d'essai exigé
Décharges électrostatiques	Le niveau d'essai correspondant du Tableau 23 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.
Champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques	Le niveau d'essai correspondant du Tableau 23 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.
Transitoires électriques rapides en salves (EFT/B) ^a	Le niveau d'essai correspondant du Tableau 23 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.
Surintensités (1,2/50 μ s – 8/20 μ s)	Le niveau d'essai correspondant du Tableau 23 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.
Champs magnétiques à fréquence industrielle	Le niveau d'essai correspondant du Tableau 23 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.
Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques(mode commun) ^{b c}	Le niveau d'essai correspondant ^d du Tableau 23 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.
Creux et coupures brèves de tension	Le niveau d'essai correspondant du Tableau 23 Classe 3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.
Harmoniques de courant	9.4.2.9.1
Creux de courants et interruptions de courte durée	9.4.2.9.2
^a L'ACP doit être manœuvré au moins une fois pendant l'essai et le relais de surcharge est chargé à 0,9 fois le courant de réglage avec un maximum de 100 A. ^b Applicable seulement aux connexions destinées à des câbles dont la longueur totale, selon la spécification fonctionnelle du fabricant, peut dépasser 3 m. ^c Le niveau d'essai peut également être défini comme étant le courant équivalent dans une charge de 150 Ω . ^d A l'exception de la bande de fréquences de diffusion fixée par l'UIT entre 47 MHz et 68 MHz pour laquelle le niveau doit être de 3 V.	

Après les essais, les limites de fonctionnement de 9.5.2.4 doivent être vérifiées à température ambiante.

9.4.2.2 Décharges électrostatiques

Le paragraphe 9.4.2.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Les décharges au contact ne doivent être appliquées qu'aux points qui sont accessibles en utilisation normale. Les essais ne sont pas exigés sur les bornes de puissance et les appareils IP00 (unité à bâti ou châssis ouvert). Dans ce dernier cas, le fabricant doit fournir des instructions sur la manière d'atténuer la possibilité de dommages dus aux décharges électrostatiques.

L'ACP doit respecter le critère B du Tableau 14.

9.4.2.3 Champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques

Le paragraphe 9.4.2.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

L'ACP doit respecter le critère A du Tableau 14.

9.4.2.4 Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques

Le paragraphe 9.4.2.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

L'ACP doit respecter le critère A du Tableau 14.

9.4.2.5 Transitoires électriques rapides en salves (EFT/B)

Le paragraphe 9.4.2.5 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Les bornes pour les circuits de commande et auxiliaires prévues pour la connexion de conducteurs de plus de 3 m doivent être soumises à essai.

L'ACP doit respecter le critère B du Tableau 14.

9.4.2.6 Surtensions (1,2/50 μ s – 8/20 μ s)

Le paragraphe 9.4.2.6 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

L'ACP doit respecter le critère B du Tableau 14.

9.4.2.7 Champs magnétiques à fréquence industrielle

Le paragraphe 9.4.2.7 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

L'ACP doit respecter le critère de performance A du Tableau 14.

9.4.2.8 Creux et coupures brèves de tension

Le paragraphe 9.4.2.8 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec le critère de performance C du Tableau 14 sauf pour 0,5 cycle et 1 cycle pour lesquels le critère de performance B du Tableau 14 s'applique.

Seuls les critères de performance générale du Tableau 14 s'appliquent. Pendant l'essai, l'ACP peut s'ouvrir temporairement, mais il doit rester complètement fonctionnel sans réinitialisation après l'essai.

9.4.2.9 Harmoniques

9.4.2.9.1 Harmoniques de courant

Cet essai ne s'applique qu'aux ACP dotés d'une protection électronique contre les courts-circuits.

1) Courants d'essai

La forme d'onde du courant d'essai doit correspondre à l'une des deux options suivantes:

- option a): deux formes d'onde appliquées successivement:
 - une forme d'onde consistant en une composante fondamentale et une composante harmonique de rang trois;
 - une forme d'onde consistant en une composante fondamentale et une composante harmonique de rang cinq;
- option b): une forme d'onde consistant en une composante fondamentale et des composantes harmoniques de rangs trois, cinq et sept.

Les courants d'essai doivent être:

- pour l'option a):
 - essai de l'harmonique de rang trois et du facteur de crête
 - 72 % de la composante fondamentale $\leq$ harmonique de rang trois $\leq$ 88 % de la composante fondamentale;
 - facteur de crête: $2,0 \pm 0,2$;
 - essai de l'harmonique de rang cinq et du facteur de crête

- 45 % de la composante fondamentale $\leq$ harmonique de rang cinq $\leq$ 55 % de la composante fondamentale;
 - facteur de crête: $1,9 \pm 0,2$;
- pour l'option b):
- le courant d'essai, pour chaque période, est constitué de deux demi-ondes égales et opposées, définies comme suit:
- durée de conduction du courant de chaque demi-onde $\leq$ 21 % de la période;
 - facteur de crête: $\geq 2,1$.

NOTE 1 Les courants d'essai peuvent être fournis par une source d'alimentation basée sur l'emploi de thyristors (voir Figure 5), de noyaux saturés, d'alimentations programmables ou d'autres sources appropriées.

NOTE 2 Le facteur de crête est la valeur de crête du courant divisée par la valeur efficace de l'onde de courant. Pour la formule pertinente, voir Figure 5.

NOTE 3 Ce courant d'essai a, pour l'option b), au minimum le contenu harmonique suivant de la composante fondamentale:

- harmonique de rang trois > 60 %;
- harmonique de rang cinq > 14 %;
- harmonique de rang sept > 7 %.

Il peut comporter des harmoniques de rang supérieur.

NOTE 4 La forme d'onde du courant d'essai pour l'option b) peut être obtenue, par exemple, au moyen de deux thyristors tête-bêche (voir Figure 5).

NOTE 5 Les courants d'essai $0,9 I_R$ et $2,0 I_R$ (voir critère de performance A) sont les valeurs efficaces des formes d'onde composites.

2) Procédure d'essai

Les essais doivent être réalisés sur n'importe quelle paire de pôles de phase en série, choisis au hasard conformément à 8.2.1.5.1, parcourue par le courant d'essai sous toute tension adaptée. Pour les relais ou déclencheurs sensibles à la perte de phase, les trois pôles doivent être connectés en série ou en triphasé.

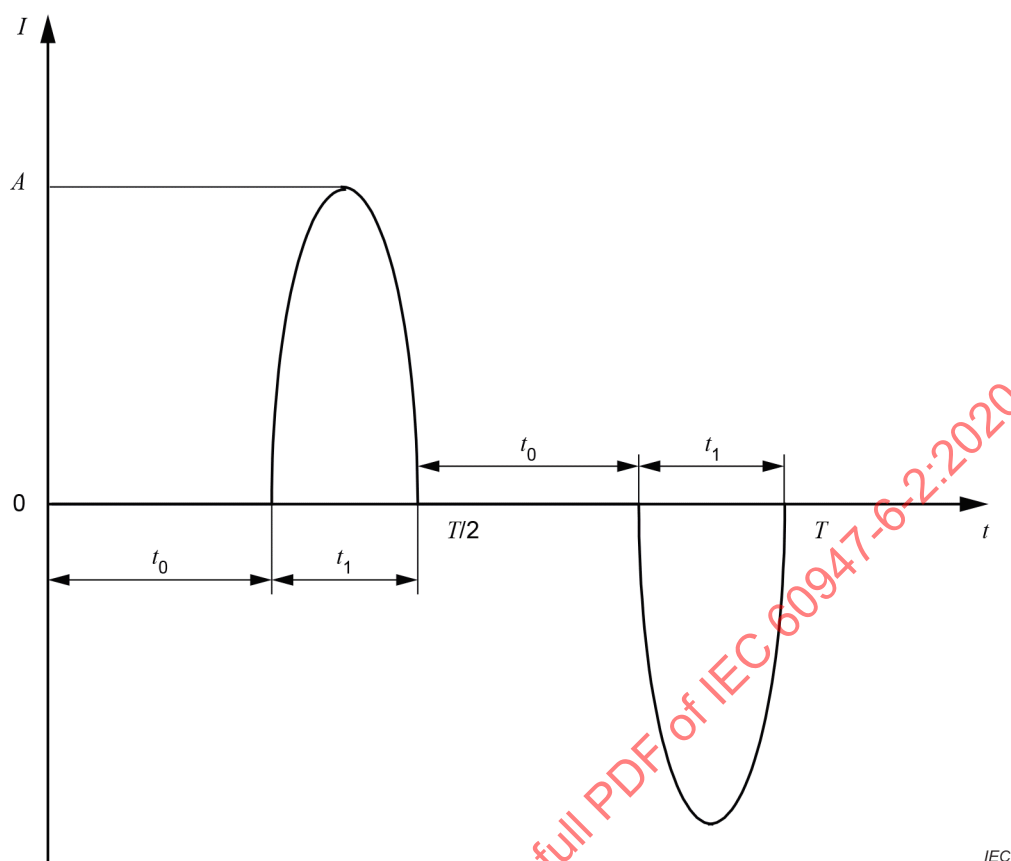
La fonction de détection de courant résiduel conformément à l'Annexe T de l'IEC 60947-1:2020 doit être désactivée. Un échantillon avec cette fonction désactivée peut être fourni pour cet essai.

Les déclencheurs à minimum de tension éventuels doivent être soit alimentés, soit désactivés. Tous les autres auxiliaires doivent être débranchés pendant l'essai.

La durée de l'essai permettant de vérifier l'immunité aux déclenchements indésirables (à 0,9 fois le courant de réglage) doit être de 10 fois le temps de déclenchement, correspondant à deux fois le courant de réglage.

L'ACP doit respecter le critère A du Tableau 14.

NOTE 6 L'asymétrie de la forme d'onde de courant, généralement en cas de défaillance d'un semiconducteur de puissance connecté au réseau, crée un déséquilibre important et peut affecter la détection de courant d'une protection électronique contre les surcharges, et une mesure en valeur efficace vraie est donc appropriée.



Légende

A courant de crête

T période

t_1 temps de conduction pendant chaque demi-cycle

t_0 retard

$$\text{Peak factor} = \frac{A}{\sqrt{\frac{2}{T} \int_0^{T/2} i^2(t) dt}}$$

Anglais	Français
Peak factor	Facteur de crête

Figure 5 – Représentation du courant d'essai produit par des thyristors tête-bêche

9.4.2.9.2 Creux de courants et interruptions de courte durée

Cet essai ne s'applique qu'aux ACP dotés d'une protection électronique contre les courts-circuits.

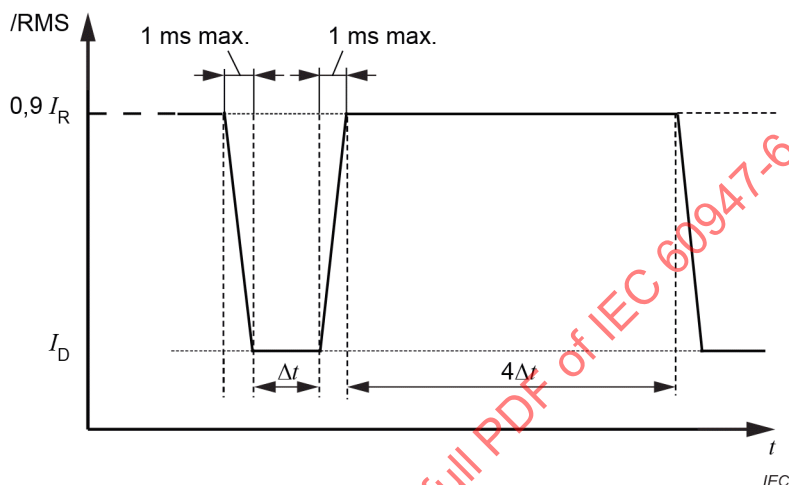
Un ACP est par nature sensible aux creux et aux coupures brèves sur l'alimentation de commande; il doit réagir dans les limites de 8.2.1.2, et cela est vérifié par les essais de limite de fonctionnement donnés en 9.3.3.2.

1) Procédure d'essai

Les essais doivent être réalisés sur n'importe quelle paire de pôles de phase en série, choisis au hasard. Pour les relais ou déclencheurs sensibles à la perte de phase, les trois pôles doivent être connectés en série ou en triphasé.

Les essais doivent être réalisés avec un courant sinusoïdal sous n'importe quelle tension adaptée. Le courant doit être appliqué conformément à la Figure 6 et au Tableau 16, où I_R est le courant de réglage, I_D le creux de courant d'essai et T la période du courant sinusoïdal.

La durée de chaque essai doit être la plus petite des deux valeurs suivantes: entre trois et quatre fois le temps de déclenchement maximal correspondant à deux fois le courant de réglage, ou 10 min.



Légende

I_R	courant de réglage
I_D	courant d'essai de creux
Δt	temps de creux
$4\Delta t$	temps de palier

Figure 6 – Courant d'essai pour la vérification de l'influence des creux et des coupures brèves de courant

Tableau 16 – Paramètres d'essai pour les harmoniques et les coupures brèves

Essai n°	I_D	Δt
1	0	0,5 T
2		1 T
3		5 T
4		25 T
5		50 T
6	0,4 I_R	10 T
7		25 T
8		50 T
9	0,7 I_R	10 T
10		25 T
11		50 T

2) Résultats d'essai

L'ACP doit respecter le critère B du Tableau 14.