

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

**Appareillage à basse tension –
Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande –
Appareils électromécaniques pour circuits de commande**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2024 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 Secretariat
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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews, graphical symbols and the glossary. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 500 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 25 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

**Appareillage à basse tension –
Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande –
Appareils électromécaniques pour circuits de commande**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.120.40, 29.130.20

ISBN 978-2-8322-8326-4

**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.....	9
1 Scope.....	11
2 Normative references	12
3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms.....	14
3.1 Terms and definitions.....	14
3.1.1 General	14
3.1.2 Basic terms and definitions	14
3.1.3 Terms and definitions concerning automatic control switches	16
3.1.4 Terms and definitions concerning manually operated control switches.....	16
3.1.5 Terms and definitions concerning parts of control switches.....	18
3.1.6 Terms and definitions concerning operation of contactor relays	21
3.1.7 Terms and definitions concerning operation of pilot switches.....	21
3.1.8 Terms and definitions concerning operation of rotary switches.....	22
3.1.9 Terms and definitions concerning operation of mechanically operated control switches	22
3.1.10 Terms and definitions concerning reed contact magnetic switches.....	25
3.1.11 Terms and definitions concerning Class II control circuit devices	26
3.1.12 Terms and definitions concerning control circuit devices with integrally connected cables.....	26
3.1.13 Terms and definitions concerning semiconductor switching elements	27
3.1.14 Terms and definitions concerning indicator lights, indicating towers and audible signalling devices	27
3.1.15 Terms and definitions concerning control switches with direct opening action	28
3.1.16 Terms and definitions concerning digital communication interface	28
3.1.17 Alphabetical index of definitions.....	29
3.2 Symbols and abbreviated terms	33
4 Classification.....	33
4.1 Contact elements.....	33
4.2 Control switches	35
4.3 Control circuit devices.....	35
4.4 Time delay switching elements.....	35
4.5 Control switch mounting.....	35
5 Characteristics	35
5.1 Summary of characteristics	35
5.1.1 General	35
5.1.2 Operation of a control switch	35
5.2 Type of control circuit device or switching element.....	36
5.2.1 Kind of control circuit device	36
5.2.2 Kind of switching elements	36
5.2.3 Number of poles	36
5.2.4 Kind of current.....	36
5.2.5 Interrupting medium.....	36
5.2.6 Operating conditions.....	37
5.3 Rated and limiting values for switching elements	37
5.3.1 General	37
5.3.2 Rated voltages (of a switching element).....	37

5.3.3	Currents	37
5.3.4	Rated frequency	38
5.3.5	Vacant	38
5.3.6	Characteristics under normal and abnormal load conditions	38
5.3.7	Short-circuit characteristics – Rated conditional short-circuit current	40
5.4	Utilization categories for switching elements	40
5.5	Control circuits	40
5.6	Vacant	41
5.7	Vacant	41
5.8	Vacant	41
5.9	Vacant	41
5.10	Electrically separated contact elements	41
5.11	Actuating quantities for pilot switches	41
5.12	Pilot switches having two or more contact elements	41
6	Product information	41
6.1	Nature of information	41
6.2	Marking	43
6.2.1	General	43
6.2.2	Terminal identification and marking	43
6.2.3	Functional markings	43
6.2.4	Emergency stop	43
6.2.5	Operating diagram	43
6.2.6	Time delay markings	44
6.3	Instructions for installation, operation and maintenance, decommissioning and dismantling	45
6.4	Environmental information	45
6.4.1	Environmentally conscious design process (ECD process)	45
6.4.2	Procedure to establish material declaration	45
6.5	Additional information	45
7	Normal service, mounting and transport conditions	46
7.1	Normal service conditions	46
7.1.1	Ambient air temperature	46
7.1.2	Altitude	46
7.1.3	Atmospheric conditions	46
7.1.4	Shock and vibration	46
7.2	Conditions during transport and storage	46
7.3	Mounting	46
7.3.1	General	46
7.3.2	Mounting of single hole mounted devices	46
8	Constructional and performance requirements	48
8.1	Constructional requirements	48
8.1.1	General	48
8.1.2	Materials	48
8.1.3	Current-carrying parts and their connections	49
8.1.4	Clearances and creepage distances	49
8.1.5	Actuator	49
8.1.6	Indication of the contact position	50
8.1.7	Conditions for control switches suitable for isolation	50
8.1.8	Terminals	50

8.1.9	Vacant	50
8.1.10	Provisions for protective earthing	50
8.1.11	Enclosures for equipment	50
8.1.12	Degrees of protection of enclosed equipment	50
8.1.13	Conduit pull-out, torque and bending with metallic conduits	50
8.1.14	Requirements for control circuit devices with artificial optical radiation	50
8.1.15	Biological and chemical effects	51
8.1.16	Hygienic design	51
8.1.17	Security aspects	51
8.1.18	Limited energy source	51
8.1.19	Fault and abnormal conditions	53
8.1.20	Stored charge energy circuit	54
8.1.21	Embedded software	54
8.2	Performance requirements	54
8.2.1	Operating conditions	54
8.2.2	Temperature-rise	54
8.2.3	Dielectric properties	54
8.2.4	Ability to make and break under normal and abnormal load conditions	54
8.2.5	Conditional short-circuit current	55
8.2.6	Vacant	55
8.2.7	Additional requirements for control switches suitable for isolation	55
8.3	Electromagnetic compatibility (EMC)	55
8.3.1	General	55
8.3.2	Immunity	56
8.3.3	Emission	56
8.4	Special requirements	56
8.4.1	Additional requirements for reed contact magnetic switches	56
8.4.2	Class II control circuit devices	57
8.4.3	Additional requirements for control circuit devices with integrally connected cables	57
8.4.4	Additional requirements for semiconductor switching elements for control circuit devices	57
8.4.5	Special requirements for indicator lights, indicating towers and their optional audible functions	57
8.4.6	Special requirements for control switches with direct opening action	57
8.4.7	Special requirements for mechanically linked contact elements	57
8.4.8	Additional requirements for control circuit devices incorporating a built-in communication interface (SDCI)	57
9	Tests	57
9.1	Kinds of test	57
9.1.1	General	57
9.1.2	Type tests	57
9.1.3	Routine tests	58
9.1.4	Sampling tests	58
9.1.5	Special tests	58
9.2	Compliance with constructional requirements	59
9.2.1	General	59
9.2.2	Test of materials to abnormal heat and fire	59
9.2.3	Equipment	59
9.2.4	Degrees of protection	59

9.2.5	Mechanical and electrical properties of terminals	60
9.2.6	Verification of actuating force (or torque)	62
9.2.7	Verification of limitation of rotation (of a rotary switch)	62
9.2.8	Conduit pull-out test, torque test and bending test with metallic conduits	62
9.2.9	Test of earth continuity for protective earth	62
9.2.10	Limited energy source test	62
9.2.11	Breakdown of components	63
9.2.12	Artificial optical radiation test	63
9.2.13	Stored charge energy test	64
9.3	Performance	64
9.3.1	Test sequences	64
9.3.2	General test conditions	65
9.3.3	Performance under no-load, normal load and abnormal load conditions	66
9.3.4	Performance under conditional short-circuit current	70
9.4	Tests for EMC	72
9.4.1	General	72
9.4.2	Immunity	72
9.4.3	Emission	74
9.4.4	Test results and test report	75
Annex A (normative)	Electrical ratings based on utilization categories (see 4.1)	76
Annex B (informative)	Example of inductive test loads for DC contacts	78
B.1	General	78
B.2	Construction	78
Annex C (normative)	Special tests – Durability tests	80
C.1	General	80
C.1.1	Durability declaration	80
C.1.2	Test procedures	80
C.1.3	Failure criteria	80
C.2	Mechanical durability	81
C.2.1	General	81
C.2.2	Test procedures	81
C.3	Electrical durability	81
C.3.1	General	81
C.3.2	Test procedures	81
Annex D (normative)	Additional requirements for reed contact magnetic switches	84
Annex E (informative)	Items subject to agreement between manufacturer and user	87
Annex F (normative)	Class II control circuit devices – Requirements and tests	88
Annex G (normative)	Additional requirements for control circuit devices with integrally connected cables	93
Annex H (normative)	Additional requirements for semiconductor switching elements for control circuit devices	97
Annex I (informative)		103
Annex J (normative)	Special requirements for indicator lights, indicating towers and audible signalling devices	104
Annex K (normative)	Special requirements for control switches with direct opening action	110
Annex L (normative)	Special requirements for mechanically linked contact elements	115

Annex M (normative) Terminal marking, distinctive number and distinctive letter for control circuit devices	118
M.1 General.....	118
M.2 Terminal marking rule	118
M.2.1 General	118
M.2.2 Function digit.....	118
M.2.3 Sequence digit.....	118
M.2.4 Numbering method	119
M.3 Distinctive number and distinctive letter	119
M.3.1 General	119
M.3.2 Distinctive number	119
M.3.3 Distinctive letter.....	119
M.4 Terminal numbering sequence	120
M.5 Contactor relays designated by the distinctive letter E	120
M.6 Contactor relays designated by distinctive letters X, Y or Z.....	122
M.6.1 Contactor relays designated by the distinctive letter Z	122
M.6.2 Contactor relays designated by the distinctive letter X	122
M.6.3 Contactor relays designated by the distinctive letter Y	122
Annex N (normative) Procedure to determine reliability data for electromechanical devices in control circuits used in functional safety applications.....	123
N.1 General.....	123
N.1.1 Overview	123
N.1.2 Object.....	123
N.1.3 General requirements	123
N.2 Terms, definitions and symbols.....	123
N.3 Method based on durability test results	123
N.3.1 General method	123
N.3.2 Test requirements	123
N.3.3 Number of samples.....	124
N.3.4 Characterization of a failure mode	124
N.3.5 Weibull modelling	124
N.3.6 Useful life and upper limit of failure rate.....	124
N.3.7 Reliability data.....	124
N.4 Data information	124
N.5 Example.....	124
Annex O (normative) Additional requirements for control circuit devices incorporating a built-in communication interface complying with IEC 61131-9	125
Bibliography.....	127
Figure 1 – Operation of push-buttons.....	23
Figure 2 – Difference e between the over-travel of the actuator and that of the contact element.....	23
Figure 3 – Examples of contact elements (schematic sketches)	34
Figure 4 – Examples of the recommended method for drawing an operating diagram of a rotary switch	44
Figure 5 – Mounting hole diameter and dimensions of the key recess (if any)	47
Figure 6 – Voltage drop measurement at contact point of the clamping unit or terminal.....	61
Figure 7 – Test circuits for multi-pole control switches – Contacts of same polarity, not electrically separated	68

Figure 8 – Test circuits for multi-pole control switches – Electrically separated	68
Figure 9 – Load L_d details for test conditions requiring different values of make and break current and/or power factor (time constant)	69
Figure 10 – Current/time limits for DC test loads	69
Figure 11 – Test circuit, conditional short-circuit current	71
Figure B.1 – Construction of load for DC contacts	79
Figure C.1 – Normal circuit (see C.3.2.2)	83
Figure C.2 – Simplified circuit (see C.3.2.2)	83
Figure F.1 – Device insulated by encapsulation	88
Figure F.2 – Device insulated by double and reinforced insulation	89
Figure F.3 – Test apparatus	91
Figure H.1 – Relationship between U_e and U_B	98
Figure H.2 – Example of test circuit for the verification of voltage drop, minimum operational current and OFF-state current	100
Figure H.3 – Short-circuit testing	101
Figure J.1 – Mounting dimensions for indicating tower socket	105
Figure J.2 – Mounting dimensions for temperature-rise tests	107
Figure K.1 – Verification of robustness of the actuating system	114
Figure L.1 – Example of representation of NO and NC contacts which are mechanically linked and NC non-linked contact	116
Figure L.2 – Symbol for device containing mechanically linked contacts	116
Table 1 – Utilization categories for switching elements	36
Table 2 – Verification of making and breaking capacities of switching elements under normal load conditions corresponding to the utilization categories	39
Table 3 – Verification of making and breaking capacities of switching elements under abnormal conditions corresponding to the utilization categories	40
Table 4 – Mounting hole diameter and dimensions of the key recess (if any)	47
Table 5 – Preferred minimum distances between centres of mounting holes	47
Table 6 – Test conditions for glow-wire test	49
Table 7 – Limits for limited energy sources without an overcurrent protective device	52
Table 8 – Limits for limited energy sources with an overcurrent protective device	52
Table 9 – Limits for limited energy source with limited current impedance	53
Table 10 – Acceptance criteria	56
Table 11 – Test values for electrical performance and ageing test of screwless-type clamping units	61
Table 12 – Immunity tests	73
Table A.1 – Examples of contact rating designation based on utilization categories	76
Table A.2 – Examples of semiconductors switching element ratings for 50 Hz and/or 60 Hz	77
Table A.3 – Examples of semiconductors switching element ratings for direct current	77
Table B.1 – DC loads	79
Table C.1 – Making and breaking conditions for electrical durability	82
Table F.1 – Acceptance criteria for Annex F	90
Table G.1 – Material characteristics (informative)	94

Table G.2 – Examples of standard cable types (informative)	95
Table G.3 – Tensile forces	95
Table M.1 – Diagrams of control switches	120
Table M.2 – Diagrams of contactor relays designated by the distinctive letter E	121
Table M.3 – Diagrams of contactor relays designated by the distinctive letter Y	122

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-1:2024

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

**Part 5-1: Control circuit devices and switching elements –
Electromechanical control circuit devices**

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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 60947-5-1 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. It is an International Standard.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 2016. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) update of the scope structure and exclusions;
- b) requirements for control circuits;
- c) update of the normal service conditions (e.g. shock and vibration);
- d) update of information and marking requirements including environmental information requirements referencing IEC TS 63058:2021;

- e) update of the constructional requirements and the corresponding tests considering safety aspects (e.g. artificial optical radiation, security aspects, limited energy source, stored charge energy circuit);
- f) update of the EMC requirements according to the generic documents;
- g) new requirements for reed contact magnetic switches in Annex D;
- h) requirements for class II circuit devices achieved by double or reinforced insulation in Annex F;
- i) update of pull-out tests in Annex G;
- j) information requirements for audible signalling device in Annex J;
- k) insertion of new Annex O.

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

Draft	Report on voting
121A/585/FDIS	121A/598/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

This International Standard should be used in conjunction with IEC 60947-1.

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

The following differing practices of a less permanent nature exist in the countries indicated below.

- 8.2.4.1: Making and breaking capacities (United States of America and Canada).
- 9.3.3.5.2: Test circuits and connections (United States of America and Canada).

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.

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document 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.

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices

1 Scope

This part of IEC 60947 applies to control circuit devices and switching elements intended for controlling, signalling, interlocking, etc., of switchgear and controlgear.

It applies to control circuit devices having a rated voltage not exceeding 1 000 V AC (at a frequency not exceeding 1 000 Hz) or 600 V DC.

This document applies to specific types of control circuit devices as contained in the following non exhaustive list:

- manually operated control switches;
- electromagnetically operated control switches, either time-delayed or instantaneous;
- contactor relays;
- pilot switches;
- pressure switches;
- temperature sensitive switches (thermostats);
- programmers;
- position switches;
- control switches operated by part of a machine or mechanism;
- associated control circuit equipment, for example indicator lights;
- control circuit devices incorporating semiconductor switching elements;
- control circuit devices incorporating a built-in single drop digital communication interface.

NOTE 1 Control circuit devices and switching elements are referred to as "equipment" or "device" equally in this document.

This document also applies to specific types of control circuit switching elements associated with other devices (whose main circuits are covered by other standards) as contained in the following non exhaustive list:

- auxiliary contacts of a switching device (e.g. contactor, circuit breaker) which are not dedicated exclusively for use with the coil of that device;
- interlocking contacts of enclosure doors;
- control circuit contacts of rotary switches;
- control circuit contacts of overload relays.

This document does not apply to:

- relays covered in the IEC 60255 or IEC 61810 series;
- automatic electrical control devices for household and similar purposes;
- the use of control circuit devices and switching elements with additional measure within explosive atmospheres. These are given in the IEC 60079 series;

This document does not address specific colour requirements or actuating force values.

NOTE 2 Colour requirements can be found in IEC 60073 and also in CIE S004/E-2001.

The object of this document is to state:

- definitions;
- classification;
- characteristics;
- product information;
- normal service, mounting and transport conditions;
- constructional and performance requirements, including electromagnetic compatibility (EMC) and all related product safety measures;
- tests to verify the requirements and the rated characteristics.

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.

IEC 60068-2-6:2007, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-14:2023, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-27:2008, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

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

IEC 60068-2-78:2012, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

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

IEC 60695-2-10:2021, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*

IEC 60695-2-11:2021, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products (GWEPT)*

IEC 60695-2-12:2021, *Fire hazard testing – Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability index (GWFI) test method for materials*

IEC 60730-1:2022, *Automatic electrical controls – Part 1: General requirements*

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

IEC 60947-4-1:2018, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*

IEC 60947-5-2:2019, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-2: Control circuit devices and switching elements – Proximity switches*

IEC 60947-5-5:1997, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-5: Control circuit devices and switching elements – Electrical emergency stop device with mechanical latching function*

IEC 60947-5-5:1997/AMD1:2005

IEC 60947-5-5:1997/AMD2:2016

IEC 60999-1:1999, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 mm² up to 35 mm² (included)*

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

IEC 61000-4-3:2020, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4:2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-5:2014/AMD1:2017

IEC 61000-4-6:2023, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8:2009, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-11:2020, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with input current up to 16 A per phase*

IEC 61131-9:2022, *Programmable controllers – Part 9: Single-drop digital communication interface for small sensors and actuators (SDCI)*

IEC 61140:2016, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 62262:2002, *Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)*

IEC 62471:2006, *Photobiological safety of lamps and lamp systems*

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 32:2015, *Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements*

CISPR 32:2015/AMD1:2019

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 14159:2002, *Safety of machinery – Hygiene requirements for the design of machinery*

3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

3.1.1 General

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60947-1:2020, as well as the following apply.

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

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

3.1.2 Basic terms and definitions

3.1.2.1

control circuit device

electrical device intended for the controlling, signalling, interlocking, etc., of switchgear and controlgear

Note 1 to entry: Control circuit devices include control switches and associated devices such as indicator lights.

Note 2 to entry: Control circuit devices can also include associated devices dealt with in other standards, such as instruments, potentiometers, relays, in so far as associated devices are used for the purposes specified above.

3.1.2.2

control switch

<control and auxiliary circuits> mechanical switching device which serves the purpose of controlling the operation of switchgear or controlgear, including signalling, electrical interlocking, etc.

Note 1 to entry: A control switch consists of one or more contact elements with a common actuating system.

Note 2 to entry: A control switch may include semiconductor elements or contact elements (see 3.1.5.2 and 3.1.5.3).

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-46, modified – Addition of a new Note 2 to entry.]

3.1.2.3

control switch suitable for isolation

control switch which, in the open position, complies with the requirements specified for the isolating function (see 3.3.19 and 8.1.7 of IEC 60947-1:2020)

Note 1 to entry: Such control switches are intended to provide a higher degree of safety to personnel when working on the equipment controlled. For this reason, they have to be manually actuated relying on the intelligence of instructed persons to react in case they would fail to operate, for example in case of insufficiently opened contacts.

3.1.2.4**control station**

assembly of one or more control switches fixed on the same panel or located in the same enclosure

Note 1 to entry: A control station panel or enclosure may also contain related equipment, for example potentiometers, signal lamps, instruments, etc.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-12-08]

3.1.2.5**limited energy source**

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

[SOURCE: IEC 60947-4-1:2018, 3.6.4]

3.1.2.6**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.

[SOURCE: IEC Guide 104:2019, 3.8, modified – Deletion of Note 2 to entry.]

3.1.2.7**recovery time**

time period between disruption and the point in time when the specified function is performed again

3.1.2.8**normal load condition**

set of operating parameters for the switching element matching one or more of the utilization categories shown in Table 1, and identified as "normal" for the subject switching element

Note 1 to entry: The normal use of a control switch is to close, maintain and open circuits.

3.1.2.9**abnormal load condition**

set of operating conditions resulting in operating parameters that exceed those identified in the relevant utilization category in Table 1 used to identify normal load conditions

Note 1 to entry: Abnormal load conditions may arise, for example, when the coil of a contactor is energized but the device fails to operate correctly.

3.1.2.10**low-current terminal**

terminal intended to connect a conductor to a device capable of supplying a current not exceeding 300 mA to the device

Note 1 to entry: This does not apply to special terminal constructions intended to connect to flat or other multiwire cables by performing one "clamping action" only for more than one wire (e.g. bus connections).

[SOURCE: IEC 62873-3-1:2020, 3.6, modified – Deletion of "a voltage signal and/or".]

3.1.2.11

skilled personnel

electrically skilled person

person with relevant education and experience to enable him or her to perceive risks and to avoid hazards that electricity can create

3.1.3 Terms and definitions concerning automatic control switches

NOTE Automatic control switches are operated by automatic control (see 3.6.5 of IEC 60947-1:2020). They are also designated as pilot switches (see 3.4.18 of IEC 60947-1:2020).

3.1.3.1

instantaneous contactor relay

contactor relay operating without any intentional time delay

Note 1 to entry: Unless otherwise stated, a contactor relay is an instantaneous contactor relay.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-36]

3.1.3.2

time-delay contactor relay

contactor relay with specified time-delay characteristics

Note 1 to entry: The time-delay may be associated with energization (*e*-delay) or with de-energization (*d*-delay) or both.

Note 2 to entry: A time-delay contactor relay may also incorporate instantaneous contact elements.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-37, modified – Addition of a new Note 2 to entry.]

3.1.3.3

position switch

pilot switch the actuating system of which is operated by a moving part of the machine, when this part reaches a predetermined position

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-49]

3.1.3.4

programmer

control switch having a multiplicity of switching elements which, after initiation, operates in a defined sequence

3.1.4 Terms and definitions concerning manually operated control switches

NOTE Manually operated control switches are operated by manual control (see 3.6.4 of IEC 60947-1:2020).

3.1.4.1

push-button

control switch having an actuator intended to be operated by force exerted by a part of the human body, usually the finger or palm of the hand, and having stored energy (spring) return

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-53]

3.1.4.2

pull-button

control switch having an actuator intended to be operated by manual pull, and having stored energy (spring) return

3.1.4.3**push-pull button**

control switch having an actuator intended to be operated by manual push and returned to its initial position by manual pull, or vice versa

Note 1 to entry: There are also "push-push" or "push-turn" or other combinations of buttons.

3.1.4.4**rotary button**

combination of push-button type switching elements having an actuator operated by a manual rotation (see also 3.1.4.15 to 3.1.4.18 inclusive)

EXAMPLE Selector switch.

Note 1 to entry: A rotary push-button may have more than two positions; it may or may not have a spring return.

3.1.4.5**latched push-button**

push-button with spring return, but which remains in the actuated position until a latch is released by a separate action

Note 1 to entry: The latching may be released by subsequent actuation (such as pushing, turning, etc.) of the same or of an adjacent push-button or by the action of an electromagnet, etc.

3.1.4.6**locked push-button**

push-button which may be secured in one or more of its positions by a separate action

Note 1 to entry: The locking may be obtained by turning the button, by turning a key, by operating a lever, etc.

3.1.4.7**key-operated push-button**

push-button which can only be operated as long as a key remains inserted

Note 1 to entry: Key withdrawal may be provided at any position.

3.1.4.8**time-delay push-button**

push-button having contacts of which return to the initial position only after a pre-determined interval of time following the release of the actuating force

3.1.4.9**delayed action push-button**

push-button in which the switching operation does not occur until after the force on the button has been maintained for a pre-determined interval of time

3.1.4.10**illuminated push-button**

push-button incorporating a signalling lamp in the button

3.1.4.11**covered push-button**

push-button in which the button is protected against inadvertent operation by a lid or a cover

3.1.4.12**shrouded push-button**

push button in which the button is protected against inadvertent operation in certain directions

3.1.4.13**free push-button**

push-button in which the rotation of the actuator around its axis is not limited

3.1.4.14

guided push-button

push-button in which the rotation of the actuator around its axis is prevented

EXAMPLE Push-buttons the actuators of which are keyed, square or rectangular.

3.1.4.15

rotary control switch

rotary switch

control switch having an actuator intended to be operated by rotation

3.1.4.16

key-operated rotary switch

rotary switch where a key is used as the actuator

Note 1 to entry: Key withdrawal may be provided at any position.

3.1.4.17

limited movement rotary switch

rotary switch with a restricted angular movement of its actuator

3.1.4.18

unidirectional movement rotary switch

rotary switch in which the actuating system allows rotation in one direction only

3.1.4.19

joy stick

control switch having an actuator consisting of a pin or stick projecting essentially at a right angle from the panel or enclosure when in one of its positions and intended to be operated by angular displacement

Note 1 to entry: A joy stick may have more than two positions associated with different directions of the displacement of the stick and operating the contact elements differently: such a joy stick is referred to as a joy stick selector.

Note 2 to entry: The pin or stick may or may not have a spring return.

3.1.4.20

wobble stick

joy stick which operates all contact elements alike, whatever be the direction of the displacement

3.1.4.21

foot switch

pedal

control switch having an actuator intended to be operated by force exerted by a foot

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-52, modified – Insertion of "force exerted by a".]

3.1.5 Terms and definitions concerning parts of control switches

3.1.5.1

switching element

element designed to close and open a conducting path of a circuit

Note 1 to entry: A switching element may be a semiconductor element (see 3.1.5.2) or a contact element (see 3.1.5.3)

3.1.5.2**semiconductor element**

element designed to switch the current of an electric circuit by means of the controlled conductivity of a semiconductor

3.1.5.3**contact element**

<control switch> parts, fixed and movable, conducting and insulating, of a control switch necessary to close and open one single conducting path of a circuit

Note 1 to entry: The contact element and the actuating system may form an indivisible unit, but frequently one or more contact elements may be combined with one or more actuating system or systems. The actuating systems may be different.

Note 2 to entry: Terms and definitions relating to various kinds of single contact elements of a control switch are given in 3.1.5.4 to 3.1.5.13 inclusive.

Note 3 to entry: This definition does not include control coils and magnet systems.

3.1.5.4**single gap contact element**

contact element which opens or closes the conducting path of its circuit on one location only

SEE: Figure 3 a) and Figure 3 c).

3.1.5.5**double gap contact element**

contact element which opens or closes the conducting path of its circuit in two locations in series

SEE: Figure 3 b), Figure 3 d) and Figure 3 e).

3.1.5.6**make-contact element****normally open**

contact element which closes a conducting path when the control switch is actuated

3.1.5.7**break-contact element****normally closed**

contact element which opens a conducting path when the control switch is actuated

3.1.5.8**change-over contact elements**

contact element combination which includes one make-contact element and one break-contact element

SEE: Figure 3 c), Figure 3 d) and Figure 3 e).

3.1.5.9**pulse contact element****fleeting contact element**

contact element which opens or closes a circuit for a part of the travel during the transition of the actuator from one position to another

3.1.5.10

electrically separated contact elements

contact elements belonging to the same control switch, but adequately insulated from each other so that they can be connected into electrically separated circuits, which can be either same polarity or opposite polarity

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-15-24, modified – Supplemented by polarity statement.]

3.1.5.11

independent action contact element

snap action contact element

contact element of a manual or automatic control device in which the velocity of contact motion is substantially independent of the velocity of motion of the actuator

3.1.5.12

dependent action contact element

contact element of a manual or automatic control device in which the velocity of contact motion depends on the velocity of motion of the actuator

3.1.5.13

contact unit

contact element or contact element combination which can be combined with similar units operated by a common actuating system

3.1.5.14

button

external end of the actuator of a push-button, to which the actuating force is applied

3.1.5.15

flush-button

button which is substantially levelled with the adjacent fixed surrounding surface when in its initial position and is below this surface when it is operated

3.1.5.16

recessed button

button which is below the adjacent fixed surrounding surface in both its initial and operated positions

3.1.5.17

extended button

button which protrudes above the adjacent fixed surrounding surface both in its initial position and in its operated position

3.1.5.18

mushroom button

button, the protruding end of which has an enlarged diameter

3.1.5.19

locating mechanism

<rotary switch> part of the actuating system which retains the actuator and/or the contact elements in their positions

Note 1 to entry: Other devices (e.g. a push-button with two positions, or an emergency stop) can also have such a function.

3.1.5.20**end stop**

device that limits the travel of a moving part

Note 1 to entry: An end stop may relate either to the actuator or to the contact element.

3.1.5.21**mechanically linked contact elements**

combination of n make-contact element(s) and m break-contact element(s) designed in such a way that they cannot be in closed position simultaneously under conditions defined in L.9.5

Note 1 to entry: One control circuit device may have more than one group of mechanically linked contact elements.

Note 2 to entry: See also L.8.1.9.

3.1.6 Terms and definitions concerning operation of contactor relays**3.1.6.1****e-delay**

<contact element> delay in the operation of a contact element of a contactor relay, following the energization of the coil of the electromagnet of this contactor relay

EXAMPLE Delay to close make-contacts (ON delay).

Note 1 to entry: The terms "e-delay" and "d-delay" may be applied to any kind of contact elements (see 3.1.5.3).

3.1.6.2**d-delay**

<contact element> delay in the operation of a contact element of a contactor relay, following the de-energization of the coil of the electromagnet of this contactor relay

EXAMPLE Delay to open make-contacts (OFF delay).

Note 1 to entry: The terms "e-delay" and "d-delay" may be applied to any kind of contact elements (see 3.1.5.3).

3.1.6.3**fixed delay**

<contact element> delay in the operation of a contact element of a contactor relay, which is not intended to be adjusted in value

3.1.6.4**adjustable delay**

<contact element> delay in the operation of a contact element of a contactor relay, which is intended to be adjusted to different values after the installation of the contactor relay

3.1.7 Terms and definitions concerning operation of pilot switches**3.1.7.1****actuating quantity**

physical quantity, the value of which is decisive for the actuation or non-actuation of a pilot switch

3.1.7.2**operating value**

value of the actuating quantity which is sufficient to cause a pilot switch to be actuated

3.1.7.3**return value**

value of the actuating quantity which has to be re-established in order to cause an actuated pilot switch to return to its position of rest

3.1.7.4

differential value

difference between the operating value and the return value

3.1.8 Terms and definitions concerning operation of rotary switches

3.1.8.1

definite position

<rotary switch> position into which the locating mechanism pulls the rotary switch and retains it as long as the actuating torque does not exceed a certain value

3.1.8.2

position of rest

stable (definite) position into which the locating mechanism tends to move back and retain the rotary switch by stored energy

3.1.8.3

transit position

(definite) position in which the locating mechanism produces an intended marked change in the operating torque, but in which the actuator cannot remain by itself

3.1.8.4

biased position

(definite) position of a rotary switch in which the actuator is pulled against a stop from which it will return to a position of rest by means of stored energy (for example, by means of a spring)

Note 1 to entry: During the transfer from a biased position to the adjacent position of rest, the rotary switch may pass through one or more transit positions.

3.1.8.5

latched position

biased position in which the return mechanism is held by a latching arrangement

Note 1 to entry: The latching arrangement may be released manually or otherwise.

3.1.8.6

locked position

(definite) position in which a rotary switch is secured by separate action

Note 1 to entry: The locking may be obtained by turning a key, operating a lever, etc.

3.1.8.7

operating diagram

representation of the intended order in which the contact elements of a rotary switch operate as a result of actuation

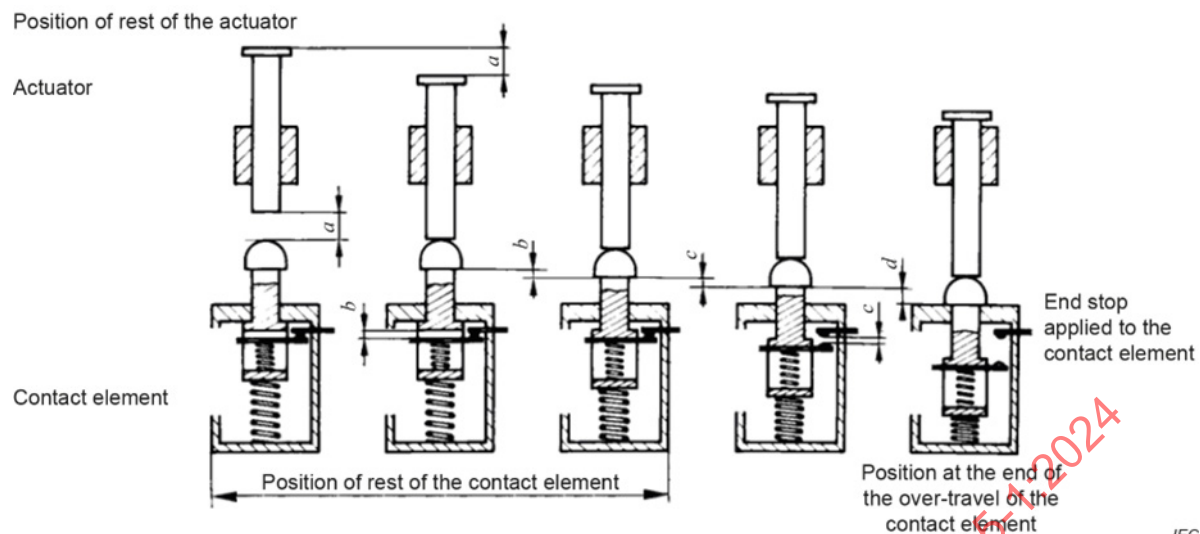
3.1.9 Terms and definitions concerning operation of mechanically operated control switches

3.1.9.1

pre-travel of the actuator

maximum travel of the actuator which causes no travel of the contact elements

Note 1 to entry: See dimension *a* in Figure 1.



IEC

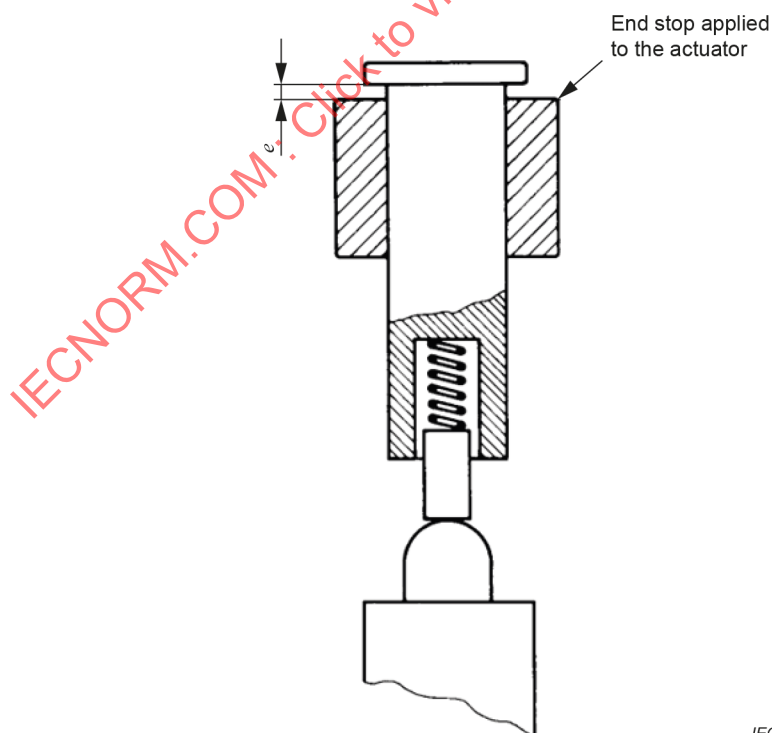
Key

- a* Pre-travel of the actuator
- b* Pre-travel of the contact element
- c* Minimum value required to give adequate contact gap
- d* Over-travel of the contact element

NOTE $b + c + d$ is the total travel of the contact element and $a + b + c + d + e$ the total travel of the actuator. Because of a possible resilient connection between the actuator and the contact element (for example, see Figure 2), the over-travel of the actuator can exceed the over-travel of the contact element by a length e .

Figure 1 – Operation of push-buttons**3.1.9.2****over-travel of the actuator**

travel of the actuator after all the contacts have reached their closed (open) position



IEC

Figure 2 – Difference e between the over-travel of the actuator and that of the contact element

3.1.9.3

direct drive

connection between actuator and contact element that excludes any pre-travel of the actuator

3.1.9.4

positive drive

connection between actuator and contact element such that the force applied to the actuator is directly transmitted to the contact element

3.1.9.5

limited drive

connection between actuator and contact element that limits the force transmitted to the contact element

3.1.9.6

actuating torque

torque applied to an actuator necessary to complete the intended operation

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-18, modified – Replacement of "moment" with "torque".]

3.1.9.7

restoring torque

torque provided to restore an actuator or a contact element to its initial position

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-20, modified – Replacement of "moment" with "torque".]

3.1.9.8

minimum starting force

smallest value of force initiating the pre-travel of the actuator

3.1.9.9

minimum starting torque

smallest value of torque initiating the pre-travel of the actuator

3.1.9.10

minimum actuating force

minimum value of the force to be applied to the actuator that will cause all contacts to reach their closed (open) position

3.1.9.11

minimum actuating torque

minimum value of the torque to be applied to the actuator that will cause all contacts to reach their closed (open) position

3.1.9.12

pre-travel of the contact element

relative movement which occurs within the contact element before the contacts make (break)

Note 1 to entry: See dimension *b* on Figure 1.

3.1.9.13

over-travel of the contact element

relative movement which occurs within the contact element after the contacts have reached the make (break) position

Note 1 to entry: See dimension *d* on Figure 1.

3.1.9.14**bounce time**

<contact which is closing/opening its circuit> time interval between the instant when the contact circuit first closes/opens and the instant when the circuit is finally closed/opened

[SOURCE: IEC 60050-444:2002, 444-05-04, modified – Figure 1 deleted.]

3.1.10 Terms and definitions concerning reed contact magnetic switches**3.1.10.1****reed contact magnetic switch**

control circuit device incorporating one or more reed contact switching element(s) operated by a magnetic actuator

EXAMPLES Reed contact proximity switch, reed contact float switch.

Note 1 to entry: Reed contact magnetic switch is called "reed contact magnetic proximity sensor" or "magnetic sensing device" in IEC 62246-4.

3.1.10.2**coded magnetic switch**

control circuit device incorporating two or more reed contact switching element(s) operated by a separate coded magnetic actuator, when this actuator reaches a predetermined position

EXAMPLE Magnetic actuator embedding coded permanent magnets.

3.1.10.3**rated operating distance**

s_n

conventional quantity used to designate the operating distances

Note 1 to entry: The rated operating distance does not consider either manufacturing tolerances or variations due to external conditions such as voltage and temperature.

[SOURCE: IEC 60947-5-2:2019, 3.3.1.1, modified – Note 2 to entry deleted.]

3.1.10.4**assured operating distance**

s_{ao}

distance from the sensing face within which the presence of the magnetic actuator is correctly detected under all specified environmental conditions and manufacturing tolerances

[SOURCE: IEC 60947-5-3:2013, 2.6.4, modified – "Specified target" replaced by "magnetic actuator".]

3.1.10.5**assured release distance**

s_{ar}

distance from the sensing face beyond which the absence of the magnetic actuator is correctly detected under all specified environmental conditions and manufacturing tolerances

[SOURCE: IEC 60947-5-3:2013, 2.6.5, modified – "Specified target" replaced by "magnetic actuator".]

3.1.10.6**magnetic actuator**

separate (or built-in) metal component, solenoids or other magnetic sources activating the reed contacts of the magnetic switch by changing the magnetic field value within the sensing zone

EXAMPLES Permanent magnets, ferromagnetic plates.

3.1.11 Terms and definitions concerning Class II control circuit devices

3.1.11.1

encapsulation

process by which all components, conductors and ends of integral cables are encased in an insulating compound by suitable means such as embedding or potting

3.1.11.2

embedding

process of completely encasing electrical device(s) by pouring a compound over it (them) in a mould, and removing the encased device(s) from the mould after solidification of the compound

3.1.11.3

potting

embedding process in which the mould remains attached to the encased electrical device(s)

3.1.11.4

compound

thermosetting, thermoplastic, catalytically cured and elastomeric materials with or without fillers and/or additives, after their solidification

3.1.11.5

double insulation

insulation comprising both basic insulation and supplementary insulation

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-06-08]

3.1.11.6

reinforced insulation

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

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

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-06-09, modified – Addition of the words "of hazardous-live-parts".]

3.1.12 Terms and definitions concerning control circuit devices with integrally connected cables

3.1.12.1

cable connected control circuit device

control circuit device having integrally connected leads for electrical connection to other equipment and/or to the power source

3.1.12.2

cable entrance sealing means

sealing means between the cable and device enclosure providing the required protection from cable abrasion and which may provide required sealing of enclosure and cable anchorage

3.1.12.3

cable anchorage

means to relieve mechanical stress from the cable termination so as to prevent damage to the electrical connection between the device and the cable

3.1.13 Terms and definitions concerning semiconductor switching elements

3.1.13.1

voltage drop

U_d

voltage measured across the semiconductor switching element when carrying the operational current under specified conditions

3.1.13.2

minimum operational current

I_m

current that is necessary to maintain ON-state conduction of the semiconductor switching element

3.1.13.3

OFF-state current

I_r

current which flows through the load circuit when the switching element is in the OFF-state

3.1.14 Terms and definitions concerning indicator lights, indicating towers and audible signalling devices

3.1.14.1

indicator light

light signal giving information either by lighting or extinguishing

3.1.14.2

lens of an indicator light

visible part, removable or not, constituting the surface intentionally made transparent or translucent

3.1.14.3

bezel

holder of a lens

3.1.14.4

indicator light with a built-in voltage-reducing device

indicator light, the body of which contains a device (transformer, resistor, etc.) intended to supply, at the terminals of a lamp, a voltage different from the rated operational voltage of the light

3.1.14.5

indicating tower

assembly including one or more signalling units giving information by visible or audible signals

Note 1 to entry: Other elements, for example network interface elements, can be added.

3.1.14.6

panel mounted audible signalling device

single hole mounted device, illuminated or not, giving information by an auditory signal

Note 1 to entry: According to definition 3.2 of ISO 7731:2003, panel mounted audible devices are commonly used to give auditory warning signals, but they are not intended for emergency signals.

3.1.14.7**sound pressure level**

ten times the logarithm to the base 10 of the ratio of the time-mean-square of a sound pressure signal to the square of the reference value

Note 1 to entry: Sound pressure level is expressed in decibels (dB).

Note 2 to entry: The reference value is 20 µPa.

[SOURCE: IEC 61672-1:2013, 3.2]

3.1.15 Terms and definitions concerning control switches with direct opening action**3.1.15.1****control switch with direct opening action**

control switch having one or more break-contact elements coupled to the switch actuator via non-resilient members so that full contact opening of the break-contact element(s) is obtained when the actuator is moved through the direct opening travel by applying the force stated by the manufacturer

3.1.15.2**direct opening action**

<contact element> achievement of contact separation as the direct result of a specified movement of the switch actuator through non-resilient members (for example not dependent upon springs)

3.1.15.3**direct opening travel**

travel from the beginning of actuation of the actuator and the position when the direct opening action of the opening contacts is completed

3.1.15.4**direct opening force**

actuation force applied to the actuator for the direct opening action

3.1.15.5**direct opening torque**

actuating torque, for a rotary control switch, applied to the actuator for the direct opening action

3.1.16 Terms and definitions concerning digital communication interface**3.1.16.1****single drop digital communication interface****SDCI**

digital communication interface for switching 24 V devices (e.g. IO-Link™¹) defining a point-to-point communication link for connecting sensors and actuators to a master unit

¹ IO-Link™ is a trade name of the "IO-Link Consortium". This information is given for the convenience of users of this publication and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Equivalent products may be used if they can be shown to lead to the same results.

3.1.17 Alphabetical index of definitions**A**

abnormal load condition	3.1.2.9
actuating quantity	3.1.7.1
actuating torque	3.1.9.6
adjustable delay (of a contact element)	3.1.6.4
assured operating distance	3.1.10.4
assured release distance	3.1.10.5

B

biased position	3.1.8.4
bezel	3.1.14.3
bounce time	3.1.9.14
break-contact element (normally closed)	3.1.5.7
button	3.1.5.14

C

cable anchorage	3.1.12.3
cable connected control circuit device	3.1.12.1
cable entrance sealing means	3.1.12.2
change-over contact elements	3.1.5.8
coded magnetic switch	3.1.10.2
compound	3.1.11.4
contact element	3.1.5.3
contact unit	3.1.5.13
control circuit device	3.1.2.1
control station	3.1.2.4
control switch	3.1.2.2
control switch suitable for isolation	3.1.2.3
control switch with direct opening action	3.1.15.1
covered push-button	3.1.4.11

D

<i>d</i> -delay (of a contact element)	3.1.6.2
definite position (of a rotary switch)	3.1.8.1
delayed action push-button	3.1.4.9
dependent action contact element	3.1.5.12
differential value	3.1.7.4
direct drive	3.1.9.3
direct opening action	3.1.15.2
direct opening force	3.1.15.4
direct opening torque	3.1.15.5
direct opening travel	3.1.15.3
double gap contact element	3.1.5.5
double insulation	3.1.11.5

E

<i>e</i> -delay (of a contact element)	3.1.6.1
electrically separated contact elements	3.1.5.10
embedding	3.1.11.2
encapsulation	3.1.11.1
end stop	3.1.5.20
extended button	3.1.5.17

F

fixed delay (of a contact element)	3.1.6.3
flush-button	3.1.5.15
foot-switch (pedal)	3.1.4.21
free push-button	3.1.4.13

G

guided push-button	3.1.4.14
--------------------------	----------

I

illuminated push-button	3.1.4.10
independent (snap) action contact element	3.1.5.11
instantaneous contactor relay	3.1.3.1

I

indicator light	3.1.14.1
indicator light with a built-in voltage-reducing device	3.1.14.4
indicating tower	3.1.14.5

J

joy stick	3.1.4.19
-----------------	----------

K

key-operated push-button	3.1.4.7
key-operated rotary switch	3.1.4.16

L

latched position	3.1.8.5
latched push-button	3.1.4.5
lens of an indicator light	3.1.14.2
limited drive	3.1.9.5
limited energy source	3.1.2.5
limited movement rotary switch	3.1.4.17
locating mechanism (of a rotary switch)	3.1.5.19
locked position	3.1.8.6
locked push-button	3.1.4.6
low-current terminal	3.1.2.10

M

magnetic actuator	3.1.10.6
make-contact element (normally open)	3.1.5.6
mechanically linked contact elements	3.1.5.21
minimum actuating force	3.1.9.10
minimum actuating torque	3.1.9.11
minimum operational current	3.1.13.2
minimum starting force	3.1.9.8
minimum starting torque	3.1.9.9
mushroom button	3.1.5.18

N

normal load condition	3.1.2.8
-----------------------------	---------

O

OFF-state current	3.1.13.3
operating diagram	3.1.8.7
operating value	3.1.7.2
over-travel of the actuator	3.1.9.2
over-travel of the contact element	3.1.9.13

P

panel mounted audible signalling device	3.1.14.6
pilot switch.....	3.1.7
position of rest	3.1.8.2
position switch	3.1.3.3
positive drive	3.1.9.4
potting	3.1.11.3
pre-travel of the actuator	3.1.9.1
pre-travel of the contact element	3.1.9.12
programmer	3.1.3.4
pull-button	3.1.4.2
pulse (fleeting) contact element	3.1.5.9
push-button	3.1.4.1
push-pull button	3.1.4.3

R

rated operating distance	3.1.10.3
recessed button	3.1.5.16
recovery time	3.1.2.7
reed contact magnetic switch	3.1.10.1
reinforced insulation	3.1.11.6
restoring torque	3.1.9.7
return value	3.1.7.3
rotary control switch	3.1.4.15
rotary button	3.1.4.4

S

semiconductor element	3.1.5.2
shrouded push-button	3.1.4.12
single drop digital communication interface	3.1.16.1
single fault condition	3.1.2.6
single gap contact element	3.1.5.4
skilled personnel	3.1.2.11
sound pressure level.....	3.1.14.7
switching element	3.1.5.1

T

time-delay contactor relay	3.1.3.2
time-delay push-button	3.1.4.8
transit position	3.1.8.3

U

unidirectional movement rotary switch	3.1.4.18
---	----------

V

voltage drop 3.1.13.1

W

wobble stick 3.1.4.20

3.2 Symbols and abbreviated terms

EMC electromagnetic compatibility

EUT equipment under test

 I_e rated operational current I_{th} conventional free air thermal current I_{the} conventional enclosed thermal current

SCPD short-circuit protective device

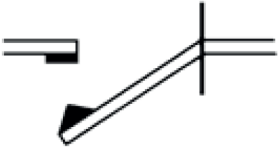
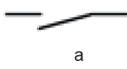
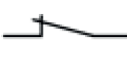
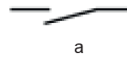
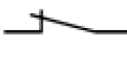
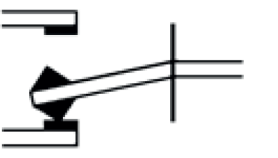
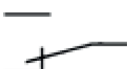
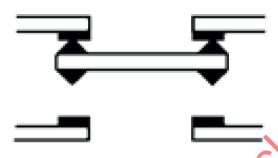
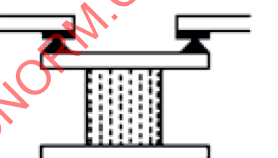
 $T_{0,95}$ time to reach 95 % of the steady-state current U_c rated control circuit voltage U_e rated operational voltage U_i rated insulation voltage U_{imp} rated impulse withstand voltage U_s rated control circuit supply voltage**4 Classification****4.1 Contact elements**

Contact elements may be classified as follows.

- a) Utilization categories (see 5.4).
- b) Electrical ratings based on utilization categories (see Annex A).
- c) One of the following form letters (see Figure 3):
 - Form A – Single gap make-contact element;
 - Form B – Single gap break-contact element;
 - Form C – Single gap make-break three terminal change-over contact element;
 - Form X – Double gap make-contact element;
 - Form Y – Double gap break-contact element;
 - Form Z – Double gap make-break four terminal change-over contact element.
- d) Other types not included in c).

NOTE 1 Regarding Figure 3 e) the two moving contact elements are electrically separated (see 3.1.5.10).

NOTE 2 Distinction is made between make before break (overlap) change-over contact elements where the two circuits are both closed for a part of the travel of the moving contacts from one position to the other, and break before make (non-overlap) change-over contact elements where the two circuits are both open for a part of the travel of the moving contacts from one position to the other. Unless otherwise stated, change-over contact elements are break before make.

Figure No	Figure	Symbols	Forms	Description
3a)		 a	A	Single gap contact element with two terminals
		 a	B	
3b)		 a	X	Double gap contact element with two terminals
		 a	Y	
3c)		 a	C	Change-over, single gap, contact element with three terminals
3d)			Za	Change-over, double gap, contact element with four terminals ^b
3e)			Zb	Change-over, double gap, contact element with four terminals (The two moving contacts are electrically separated) ^c

IEC

^a Symbols according to IEC 60617.

^b The contacts are of the same polarity.

^c Multiple electrically separated contact configurations are also covered by Zb.

Figure 3 – Examples of contact elements (schematic sketches)

4.2 Control switches

Control switches may be classified according to the contact element and the nature of the actuating system, for example push-buttons, form X.

4.3 Control circuit devices

Control circuit devices may be classified according to the control switch and the associated control circuit equipment, for example push-buttons plus indicator lights.

4.4 Time delay switching elements

Distinction is made according to how the time delay of a switching element is achieved, for example electrical delay, magnetic delay, mechanical delay, or pneumatic delay.

4.5 Control switch mounting

The control switch mounting may be classified by the mounting hole size, for example D12, D16, D22, D30 (see 7.3.2).

5 Characteristics

5.1 Summary of characteristics

5.1.1 General

The characteristics of control circuit devices and switching elements shall be stated in the following terms, where such terms are applicable:

- type of equipment (see 5.2);
- rated and limiting values for switching elements (see 5.3);
- utilization categories of switching elements (see 5.4);
- normal and abnormal load characteristics (see 5.3.6);
- control circuits (see 5.5).

NOTE For items subject to agreement between manufacturer and user, see Annex E.

For information exchange in electronic format, for example electronic catalogue, IEC 62683, available in electronic format in the IEC CDD database, gives the data format of the essential characteristics of several control circuit devices and their accessories.

5.1.2 Operation of a control switch

The principal application of a control switch is the switching of control circuit loads as indicated for the various utilization categories in Table 1.

Other applications, for example the switching of tungsten filament lamps, small motors, etc., are not dealt with in detail in this document, but are mentioned in 5.3.6.1.

Table 1 – Utilization categories for switching elements

Kind of current	Category	Typical applications
Alternating current	AC-12	Control of resistive loads and solid state loads with isolation by optocouplers
	AC-13	Control of solid state loads with transformer isolation
	AC-14	Control of small electromagnetic loads (≤ 72 VA)
	AC-15	Control of electromagnetic loads (> 72 VA)
Direct current	DC-12	Control of resistive loads and solid state loads with isolation by optocouplers
	DC-13	Control of electromagnets
	DC-14	Control of electromagnetic loads having economy resistors in circuit

5.2 Type of control circuit device or switching element

5.2.1 Kind of control circuit device

The kind of control circuit device shall be stated:

- manual control switches, for example push-buttons, rotary switches, foot switches, etc.;
- electromagnetically operated control switches, either time delayed or instantaneous, for example contactor relays;
- pilot switches, for example pressure switches, temperature sensitive switches (thermostats), programmers, etc.;
- position switches;
- reed contact magnetic switches;
- associated control equipment, for example indicator lights, etc.

5.2.2 Kind of switching elements

The kind of switching elements shall be stated:

- auxiliary contacts of a switching device (e.g. contactor, circuit breaker, etc.) which are not dedicated exclusively for use with the coil of that device;
- interlocking contacts of enclosure doors;
- control circuit contacts of rotary switches;
- control circuit contacts of overload relays.

5.2.3 Number of poles

The number of poles shall be stated.

5.2.4 Kind of current

The kind of current shall be stated:

- alternating current;
- direct current.

5.2.5 Interrupting medium

The interrupting medium shall be stated:

- air;
- oil;
- gas;
- vacuum, etc.

5.2.6 Operating conditions

5.2.6.1 Method of operation

The method of operation shall be stated:

- manual;
- electromagnetic;
- pneumatic;
- electro-pneumatic.

5.2.6.2 Method of control

The method of control shall be stated:

- automatic;
- non-automatic;
- semi-automatic.

5.3 Rated and limiting values for switching elements

5.3.1 General

The rated values established for the switching elements of a control circuit device shall be stated in accordance with 5.3.2 to 5.3.6 inclusive but it is not necessary to specify all the values listed.

5.3.2 Rated voltages (of a switching element)

5.3.2.1 General

A switching element is defined by the rated voltages described in 5.3.2.2 to 5.3.2.4.

5.3.2.2 Rated operational voltage (U_e)

Subclause 5.3.1.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

NOTE For applications of control switches with low current, see IEC 60947-5-4.

5.3.2.3 Rated insulation voltage (U_i)

Subclause 5.3.1.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

5.3.2.4 Rated impulse withstand voltage (U_{imp})

Subclause 5.3.1.3 of IEC 60947-1:2020 applies.

5.3.3 Currents

5.3.3.1 General

A switching element is characterized by the currents described in 5.3.3.2 to 5.3.3.4.

5.3.3.2 Conventional free air thermal current (I_{th})

Subclause 5.3.2.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

5.3.3.3 Conventional enclosed thermal current (I_{the})

Subclause 5.3.2.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

5.3.3.4 Rated operational current (I_e)

The first paragraph of Subclause 5.3.2.3 of IEC 60947-1:2020 applies.

5.3.4 Rated frequency

Subclause 5.3.3 of IEC 60947-1:2020 applies.

5.3.5 Vacant**5.3.6 Characteristics under normal and abnormal load conditions****5.3.6.1 Rated making and breaking capacities and behaviour of switching elements under normal load conditions**

A switching element shall comply with both requirements given in Table 2 corresponding to the assigned utilization category and the requirements according to the rated operational voltage.

NOTE For a switching element to which a utilization category is assigned, it is not necessary to specify separately a making and breaking capacity.

A switching element designated for the switching of small motors and tungsten filament lamp loads shall be assigned a utilization category given in IEC 60947-4-1 and comply with the appropriate corresponding requirements in that publication.

EXAMPLE 1 A typical example for a small motor load is the motor-load for household or similar application (AC-7a, AC-7b), see Table 1 of IEC 60947-4-1:2018.

EXAMPLE 2 Typical examples for lamp loads are electric discharge lamp or incandescent lamp (AC-5a, AC-5b), see Table 1 of IEC 60947-4-1:2018.

Table 2 – Verification of making and breaking capacities of switching elements under normal load conditions corresponding to the utilization categories

Utilization category	Make ^{a, e}			Break ^{a, e}			Minimum on-time	Sequence, number and rate of operations			
	III_e	UIU_e		III_e	UIU_e						
AC			$\cos \varphi$			$\cos \varphi$	Cycles (at 50 Hz or 60 Hz)	Order no. ^{d, e}			
								1	2	3	4
AC-12	1	1	0,9	1	1	0,9	2	50	10	990	5 000
AC-13	2	1	0,65	1	1	0,65	2 ^b				
AC-14	6	1	0,3	1	1	0,3	2 ^b				
AC-15	10	1	0,3	1	1	0,3	2 ^b				
DC			$T_{0,95}$ ms			$T_{0,95}$ ms	Time ms				
DC-12	1	1	1	1	1	1	25	50	10	990	5 000
DC-13	1	1	$6 \times P^c$	1	1	$6 \times P^c$	70,95				
DC-14	10	1	15	1	1	15	25 ^b				
I_e rated operational current							I current to be made or broken				
U_e rated operational voltage							U voltage before make				
$P = U_e \times I_e$ steady-state power consumption, in W							$T_{0,95}$ time to reach 95 % of the steady-state current				
NOTE For the objective of the test, see 9.3.3.5.3.											
^a For tolerances on test quantities, see 9.3.2.2.											
^b Both on-time values (for I_{make} and for I_{break}) shall be at least equal to 2 cycles (or 25 ms for DC-14).											
^c The value " $6 \times P$ " results from an empirical relationship which is found to represent most DC magnetic loads to an upper limit of $P = 50$ W, i.e. $6 \times P = 300$ ms. Loads having power consumption greater than 50 W are assumed to consist of smaller loads in parallel. Therefore, 300 ms is to be an upper value, irrespective of the power. For control circuit devices with semiconductor switching elements, the maximum time constant shall be 60 ms, i.e. $T_{0,95} = 180$ ms ($3 \times$ time constant).											
^d For all utilization categories, the test sequence shall be in the order given.											
^e The rate for the test shall be as follows: For order no.1: 6 operating cycles per minute, which shall be made with the test voltage raised to $U_e \times 1,1$ and the corresponding test current, the test current I having been first set with the voltage at U_e . For order no.2: as rapidly as possible whilst ensuring complete closing and opening of contacts. For order no.3: 60 operating cycles per minute. For order no.4: 6 operating cycles per minute. Exception: For testing of auxiliary contacts of a switching device (e.g. contactor or circuit breaker) which are dedicated exclusively for use with that device or a series thereof and the auxiliary contact is operated by the operating mechanism of the switching device the test can be performed with the maximum rate of operations of that switching device if this rate is lower than the values given in this table. When the auxiliary contact is dedicated for use with a series of switching devices, the rate shall be the maximum rate available within the series.											

5.3.6.2 Making and breaking capacities under abnormal load conditions

A switching element shall comply with the requirements given in Table 3 corresponding to the assigned utilization category. A control switch shall be able to break the current corresponding to such abnormal load conditions.

NOTE An example of an abnormal condition of use is one where the electromagnet does not operate and the switching elements have to interrupt the making current.

Table 3 – Verification of making and breaking capacities of switching elements under abnormal conditions corresponding to the utilization categories

[illegible]

5.3.7 Short-circuit characteristics – Rated conditional short-circuit current

Subclause 5.3.6.4 of IEC 60947-1:2020 applies.

5.4 Utilization categories for switching elements

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

5.5 Control circuits

Subclause 5.5.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition to the list of characteristics:

- limited energy (if the source is in accordance with 8.1.18 of this document);
- SELV (PELV) supply (in accordance with Annex N of IEC 60947-1:2020);
- power consumption of the electromagnet of a contactor relay, necessary for determining the characteristics of the power supply of the control circuit, which is given by:
 - holding power, and
 - pick-up power

in accordance to IEC 60947-4-1.

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

5.6 Vacant

5.7 Vacant

5.8 Vacant

5.9 Vacant

5.10 Electrically separated contact elements

The manufacturer shall state whether the contact elements of a control circuit device are electrically separated or not (see 3.1.5.10). Separated contact elements shall be assumed to be opposite polarity unless otherwise stated by the manufacturer.

5.11 Actuating quantities for pilot switches

The operating value and return value of the actuating quantity shall be determined on uniform rising values and normal falling values of the actuating quantity. Unless otherwise stated, the rate of change shall be regular and such that the operating (or return) value is reached in not less than 10 s.

The operating value and the return value may both be fixed values, or one of them or both may be adjustable (or the differential value may be adjustable).

Where appropriate, the manufacturer shall indicate a withstand value, either a maximum value higher than the highest setting of the operating value or a minimum value lower than the lowest setting of the return value. A withstand value implies no damage to the pilot switch or no change in its characteristics.

5.12 Pilot switches having two or more contact elements

Pilot switches having two or more contact elements which are not individually adjustable may have different operating and return values for each contact element.

A pilot switch having two or more contact elements which are individually adjusted is considered as a combination of pilot switches.

6 Product information

6.1 Nature of information

The following information shall be given by the manufacturer:

Identification

- a) manufacturer's name or trade mark;
- b) type designation or serial number that makes it possible to get the relevant information concerning the switching element (or the entire control switch) from the manufacturer or from his catalogue or by selection from Annex A;
- c) IEC 60947-5-1 if the manufacturer claims compliance with this document;

Characteristics

- d) rated operational voltages (see 5.3.2.2);
- e) utilization category and rated operational currents at the rated operational voltages of the control circuit device. If auxiliary contacts of a switching device (i.e. contactor or circuit breaker) are dedicated exclusively for use with that device or a series thereof (see footnote e of Table 2) the intended controlled load (i.e. switching device coil) shall be identified;
- f) value of the rated frequency/frequencies (see 5.3.4), where applicable, for example: 50 Hz, 50 Hz/60 Hz, and/or the indication "DC" or the symbol **==** (IEC 60417-5031:2002-10);
- g) actuating force (or torque), where applicable;
- h) recovery time, where applicable;

Safety and installation

- i) rated insulation voltage (see 5.3.2.3);
- j) rated impulse withstand voltage (see 5.3.2.4);
- k) rated control circuit voltage U_C (see 5.5), nature of current and rated frequency, where applicable;
- l) rated control circuit supply voltage U_S (see 5.5), nature of current and rated frequency where applicable;

In the case of electronically controlled electromagnets, other information may also be necessary, for example control circuit configuration (see 5.5);

- m) IP code (see Annex C of IEC 60947-1:2020);
- n) pollution degree (see 7.1.3.2);
- o) type and maximum ratings of short-circuit protective device (see 9.3.4.3);
- p) conditional short-circuit current;
- q) suitability for isolation, where applicable, with the symbol IEC 60617-S00288:2001-07;
- r) for each relevant circuit, suitability for use with SELV/PELV circuit with the corresponding maximum rated operational voltage (see IEC 61140 and Annex N of IEC 60947-1:2020);
- s) length of insulation to be removed before insertion of the conductor into the terminal;
- t) for non-universal screwless terminals:
 - "s" or "sol" for terminals declared for solid conductors;
 - "r" for terminals declared for solid and stranded conductors;
 - "f" for terminals declared for flexible conductors.
- u) indication of contact elements of same polarity;
- v) maximum number of contacts to be assembled within the control switch, where applicable;
- w) for light sources of the equipment, warning information depending on the expected optical radiation hazard, if any;

NOTE A hazard-related risk group classification and proposed warning information is described in 6.1 of IEC 62471:2006 and in IEC TR 62471-2:2009².

- x) environment A or environment B for EMC (see 8.3.1 of IEC 60947-1:2020).

The following optional information can be provided:

- y) material declaration according to IEC TS 63058:2021 (see 6.4.2).

² This publication has been withdrawn. At the time of publication of this document, no successor document of IEC TR 62471-2 was available.

6.2 Marking

6.2.1 General

Markings shall be indelible and easily legible and shall not be placed on screws and removable washers.

Marking of data under a) and b) of 6.1 is mandatory on the nameplate of the control circuit device in order to permit the complete information to be obtained from the manufacturer.

Marking of data under u) of 6.1 shall be included on the nameplate of the control circuit device in order to ensure proper wiring at installation.

Whenever space permits, data under c) to f) and i) to s) of 6.1 shall be included on the nameplate, or on the control circuit device or otherwise in the manufacturer's documentation.

The indication "s", "sol", "r" or "f" for non-universal screwless terminals shall be marked on the device or, if the space available is not sufficient, on the smallest package unit or in technical information provided with the product.

Marking of data under w) of 6.1 shall be provided.

Additional marking requirements are specified in the annexes of this document and shall be considered, where applicable.

6.2.2 Terminal identification and marking

Subclause 8.1.8.4 of IEC 60947-1:2020 applies, with the additional requirements stated in Annex M.

6.2.3 Functional markings

Actuators may be identified by indelible symbols. If a stop-button carries any symbol on the actuator, it shall be a circle or an oval (signifying the value zero). The symbols circle or oval shall be used for stop-buttons only.

Letters or words may be used where the space available is sufficient to ensure a clear identification. In all other cases, identification markings shall be placed on permanent labels closely adjacent to the actuator.

Symbols shall be in accordance with IEC 60417.

6.2.4 Emergency stop

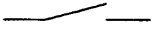
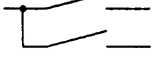
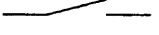
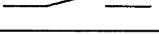
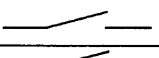
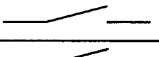
Subclause 4.2 of IEC 60947-5-5:1997 and IEC 60947-5-5:1997/AMD2:2016 applies.

6.2.5 Operating diagram

6.2.5.1 General

As rotary switches may have a multiplicity of contact elements and a multiplicity of actuator positions, it is necessary that the manufacturer indicates the relationship between the actuator positions and the associated contact element positions.

The relationship shall be given in the form of an operating diagram. Figure 4 shows examples together with explanatory notes.

Number of the example	Disposition of the contact element(s)	Actuator positions					
		1	2	3	4	5	
1		x					Contact element closed in actuator position No. 1 only.
2			x		x	x	Contact element closed in actuator positions No. 2, 4 and 5.
3			x		x		Two contact elements used as change-over contact elements with 3 terminals
4			x				Contact element with pulse (fleeting) contact closed between actuator positions No 2 and 3.
5		x		x	x	x	Contact element with pulse (fleeting) contact open between actuator positions No 3 and 4.
6					x	x	Contact element with maintained contact between actuator positions No 4 and 5.
7		x					Two contact elements with close-before-open contacts between actuator positions No 1 and 2.
8		x					Two contact elements with open-before-close contacts between actuator positions No 1 and 2 ^a .
9	A  B 	x		x			Operation in which contact element B is arranged to close before and open after contact element A.

^a Open-before-close contact elements may be used to break the current in one circuit before making the current in the other circuit, provided the time interval be properly related to the circuit conditions.

IEC

Figure 4 – Examples of the recommended method for drawing an operating diagram of a rotary switch

6.2.5.2 Position indication and contact position

Subclause 8.1.6.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition:

The position indication shall be clear, and the associated text or symbols shall be indelible and easily legible.

6.2.5.3 Terminal markings for operating diagrams

Terminal markings shall be clearly identifiable with respect to the operating diagram. See also Annex M.

6.2.6 Time delay markings

For time-delay contactor relays, the markings shall include the value of the time delay in the case of a fixed delay and the range of time delay in the case of an adjustable delay.

In the case of more than one time-delay contact element, the relative delay between the operation of each contact element and the following one shall be indicated for contact elements that follow the first delay.

If two or more contact elements have adjustable delays, it shall be indicated whether they are individually adjustable or not.

The manufacturer shall indicate, for each time-delay contact element, the characteristics of the delay, according to 3.1.6.1 or 3.1.6.2.

6.3 Instructions for installation, operation and maintenance, decommissioning and dismantling

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

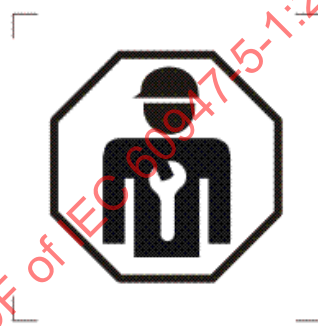
Safety information and instructions shall be provided when relevant in order to achieve the safe use of the control circuit device. Such information shall be easily understood by the user, i.e. in form of commonly used symbols and/or drawings. Examples can be found in ISO 7000 and IEC 60417.

Products within the scope of this document are intended to be selected, installed and maintained by skilled personnel only.

EXAMPLE Following symbols can be used for "skilled person".



IEC 60417-6182:2013-09
Installation, electrotechnical expertise



IEC 60417-6183:2013-09
Installation, mechanical expertise

6.4 Environmental information

6.4.1 Environmentally conscious design process (ECD process)

Assistance in the consideration of environmental aspects relating to products in scope of this document is given in Clause 4 and Clause 5 of IEC TS 63058:2021.

6.4.2 Procedure to establish material declaration

Providing the material declaration is at discretion of the manufacturer. When provided, Clause 7 of IEC TS 63058:2021 specifies content of the material declaration.

6.5 Additional information

Additional information necessary for certain types of control circuit devices shall appear according to the relevant rules given in the appropriate annexes for:

- Class II control circuit devices, see F.6.2;
- semiconductor switching elements for control circuit devices, see Clause H.6;
- indicator lights, indicating towers and audible signalling devices, see Clause J.6;
- control switches with direct opening action, see Clause K.6;
- mechanically linked contact elements, see Clause L.6;
- reliability data, see Clause N.4;
- interface specific information, see Clause O.6.

7 Normal service, mounting and transport conditions

7.1 Normal service conditions

7.1.1 Ambient air temperature

Subclause 7.1.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

7.1.2 Altitude

Subclause 7.1.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

7.1.3 Atmospheric conditions

7.1.3.1 Humidity

Subclause 7.1.3.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

7.1.3.2 Pollution degree

Subclause 7.1.3.2 of IEC 60947-1:2020 applies with the following condition:

Unless otherwise stated by the manufacturer, a control circuit device is intended for installation under environmental conditions of pollution degree 3. However, other pollution degrees may apply, depending upon the micro-environment.

7.1.4 Shock and vibration

Standard conditions of shock and vibration of Table Q.1 of IEC 60947-1:2020 apply unless otherwise stated in this document.

7.2 Conditions during transport and storage

Subclause 7.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

7.3 Mounting

7.3.1 General

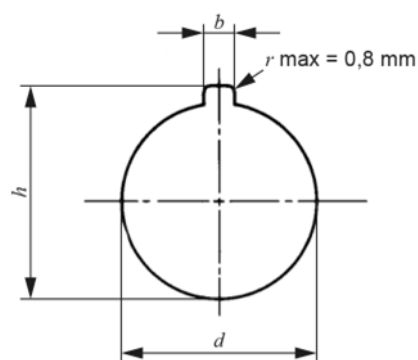
The equipment shall be mounted in accordance with the manufacturer's instructions.

7.3.2 Mounting of single hole mounted devices

7.3.2.1 Dimensions

The single hole mounted push-buttons and indicator lights are located in a circular hole of a panel (e.g. of a control station or a machine) or an enclosure, which may have a rectangular recess for a key.

The dimensions are indicated in Table 4 and in Figure 5.



IEC

Figure 5 – Mounting hole diameter and dimensions of the key recess (if any)

Table 4 – Mounting hole diameter and dimensions of the key recess (if any)

Size	Mounting hole diameter, d mm	Key recess (if any)	
		Height, h mm	Width, b mm
D30	$30,5^{+0,5}_0$	$33,0^{+0,5}_0$	$4,8^{+0,2}_0$
D22	$22,3^{+0,4}_0$	$24,1^{+0,4}_0$	$3,2^{+0,2}_0$
D16	$16,2^{+0,2}_0$	$17,9^{+0,2}_0$	$1,7^{+0,2}_0$
D12	$12,1^{+0,2}_0$	$13,8^{+0,2}_0$	$1,7^{+0,2}_0$

7.3.2.2 Location of the key recess (if any)

The standardized position of the key is in the up position (12 o'clock) and associated with the b dimension in Table 4.

7.3.2.3 Range of panel thickness

The device, with or without the sealing gasket indicated by the manufacturer, shall be capable of being mounted on any thickness of panel between 1 mm and 6 mm, if necessary by the use of packing piece(s) supplied for the purpose.

NOTE The sealing gasket is not standardized.

7.3.2.4 Grouping of devices

When a number of devices of the sizes given in 7.3.2.1 are mounted in rows on a panel, the distances a between the mounting centres in the same row and b between the centre lines of the rows shall be not less than those given in Table 5, unless otherwise stated by the manufacturer.

Table 5 – Preferred minimum distances between centres of mounting holes

Size	a mm	b mm
D30	50	65
D22	30	50
D16	25	25
D12	20	20

Distances a and b may be interchanged.

These values are intended to guide development; however, when it is intended to mount devices of different manufacture, the user shall establish the compatibility of the devices and ensure the clearances and creepage distances are maintained when the devices are installed and connected.

NOTE Depending on design details, connections, labels, etc., some devices can be capable of being mounted at distances less than those given in Table 5 in accordance with the indication of the manufacturer of the devices. On the other hand, certain types of devices can require distances greater than those given in Table 5.

8 Constructional and performance requirements

8.1 Constructional requirements

8.1.1 General

Subclause 8.1.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

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:

Special attention shall be called to humidity resisting qualities, and to the necessity to protect certain insulating materials against humidity.

Subclause 8.1.2.2 of this document applies instead of 8.1.2.2 of IEC 60947-1:2020.

8.1.2.2 Glow-wire testing

The suitability of materials used is verified by:

- a) making tests on the equipment; or
- b) making tests on sections taken from the equipment; or
- c) making tests on any parts of identical material having representative thickness; or
- d) providing data from the insulating material supplier fulfilling the requirements according to IEC 60695-2-12.

The suitability shall be determined with respect to resistance to abnormal heat and fire. It shall be indicated which method, amongst a), b), c) and d) is used to demonstrate compliance.

If an identical material having representative cross-sections has already satisfied the requirements of any of the tests of 9.2.2 of IEC 60947-1:2020, then those tests need not be repeated.

Tests on equipment shall be made by the glow-wire end-product test of IEC 60695-2-10 and IEC 60695-2-11.

Tests shall be made according to 9.2.2.1 of IEC 60947-1:2020 with the conditions given in Table 6.

For parts with a mass lower than 2 g and for small parts, as specified in IEC 60695-2-11, no other test is required.

Table 6 – Test conditions for glow-wire test

Part under test	Test condition
Part with a mass lower than 2 g (see 3.14 of IEC 60695-2-11:2021)	Test is not required ^{a, c}
Part which is a small part according to 3.15 of IEC 60695-2-11:2021	Test is not required ^{a, c}
Part which retains current-carrying parts in position	Glow-wire test at a temperature of 750 °C
All other parts	Glow-wire test at a temperature of 650 °C ^b
^a Alternative tests do not have to be conducted. ^b Glow wire temperature can be reduced to 550 °C if it can be demonstrated that the residual risk of fire is acceptable. ^c For products containing a plurality of parts with a mass lower than 2 g and/or small parts, the amount of non-tested material located in direct proximity shall not exceed 10 g. Maximum proximity distances shall be based on a risk assessment considering the risk of propagation of fire.	

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.

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 Actuating force (or torque)

The force (or torque) required to operate the actuator, which is given by the manufacturer, shall be compatible with the intended application, taking into account the size of the actuator, the type of control station enclosure or panel, the environment of the installation and the use for which it is intended.

8.1.5.4 Limitation of rotation (of a rotary switch)

When actuators with limited or unidirectional movement are used, they shall be fitted with robust means of limitation, capable of withstanding five times the actual maximum actuating torque, which is given by the manufacturer.

8.1.5.5 Emergency stop

For actuating requirements on emergency stop devices with mechanical latching function, see IEC 60947-5-5.

8.1.6 Indication of the contact position

Subclause 8.1.6 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.1.7 Conditions for control switches suitable for isolation

A control switch suitable for isolation shall be manually operated with a direct opening action (see Annex K) and shall comply with the isolating function in the open position (see 3.1.2.3 of this document and 8.1.7 of IEC 60947-1:2020).

The open position of a control switch suitable for isolation shall be a position in which the switch can remain when no actuating force is applied.

In order to avoid unintentional reclosing, it shall be possible to prevent the operation of the control switches suitable for isolation when the contact elements are in the open position. This may be obtained by padlocking or by a latch which shall only be releasable by a special tool or key.

8.1.8 Terminals

Subclause 8.1.8 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition:

The requirements of 8.1.8 shall be verified by the tests of 9.2.5 of this document.

8.1.9 Vacant

8.1.10 Provisions for protective earthing

Subclause 8.1.10 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition:

Class II control circuit devices shall not be provided with a means for protective earthing (see IEC 61140).

8.1.11 Enclosures for equipment

Subclause 8.1.11 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 Requirements for control circuit devices with artificial optical radiation

Equipment with a lamp or lamp system emitting ultraviolet, visible, or infrared radiation, including light emitting diodes, shall not permit unintentional escape of radiation that could cause a hazard. The radiation sources shall be assessed in accordance with IEC 62471. Protective measures, restrictions on use and operating instructions that may be necessary shall be provided.

NOTE 1 Attention is drawn to the possible existence of additional guidelines or requirements which can be specified by national or other authorities.

NOTE 2 Light sources of the equipment can be assessed to be in risk groups 1, 2 or 3 and exempt group in accordance with IEC TR 62471-2:2009.

NOTE 3 Where required, the cautionary statement for risk groups RG 1, RG 2 and RG 3 specified in IEC TR 62471-2:2009 can be used as an instructional safeguard.

NOTE 4 IEC TR 62471-2:2009 is withdrawn, but it is at the moment the best option to be referred to. There is a task given to IEC TC 76 to establish requirements which can be referred by product standards in future.

8.1.15 Biological and chemical effects

Special applications that go beyond the normal service conditions given by Clause 7 of this document may require further considerations about biological and chemical effects. Necessary precaution shall be given to verify that the product is suitable for the application.

NOTE Additional requirements can be relevant in conjunction with special applications/branches, for example for food and beverage, chemical industry, maritime, machine tools.

8.1.16 Hygienic design

Where equipment is intended for use in applications in which hygiene conditions are required, ISO 14159 may be considered for design and verification.

8.1.17 Security aspects

The integrity and the availability of the main functions of control circuit devices may depend on physical security and cybersecurity aspects. Based on a security risk assessment, security measures shall be developed, where relevant.

Guidance and minimum requirements on security aspects is given in IEC TS 63208.

NOTE Other documents, like the IEC 62443 series, can also be considered.

8.1.18 Limited energy source

8.1.18.1 General

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

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

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

8.1.18.2 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 complies with one of the following requirements:

- a) the output is inherently limited in compliance with Table 7; or
- b) a linear or non-linear impedance limits the output in compliance with Table 7. If a positive temperature coefficient device (e.g. a PTC thermistor) 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 7, both with and without a single fault in the regulating network; or
- d) an overcurrent protective device is used and the output is limited in compliance with Table 8.

Where an overcurrent protective device is used, it shall be a fuse or non-adjustable electromechanical device (e.g. circuit breaker).

Compliance to determine the maximum available power is checked by test of 9.2.10.

Table 7 – Limits for limited energy sources without an overcurrent protective device

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

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

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

^c S (VA): Maximum output apparent power in VA with any non-capacitive load.

^d Measurement of I_{sc} and S are 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.

^e 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 8 – Limits for limited energy sources with an overcurrent protective device

Output voltage ^a U_{oc}		Output current ^{b, d} I_{sc} A	Apparent power ^{c, d} S VA	Current rating of overcurrent protective device ^e
V AC	V DC			A
≤ 20	≤ 20	$\leq \frac{1000}{U_{oc}}$	≤ 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 The reason for making measurements with overcurrent protective devices bypassed is to determine the amount of energy that is available to cause possible overheating during the operating time of the overcurrent protective devices.

^a U_{oc} : Output voltage measured with all load circuits disconnected. Voltages are for substantially sinusoidal alternating current and ripple free direct current. For non-sinusoidal alternating current and for direct current with ripple greater than 10 % of the peak, the peak voltage 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 in VA with any non-capacitive load, measured 60 s after application of the load.

^d Current limiting impedances remain in the circuit during measurement, but overcurrent protective devices are bypassed.

^e The current ratings of overcurrent 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.

8.1.18.3 Limited energy source with current limiting impedance

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

- the output voltage is limited in compliance with Table 9, and
- a linear or non-linear impedance limits the output in compliance with Table 9, 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 for example the secondary circuit of a transformer.

Table 9 – Limits for limited energy source with limited current impedance

Output voltage ^a U_{oc}		Output current ^{b, d} I_{sc} A	Apparent power ^{c, d} S VA
V AC	V DC		
≤ 30 RMS	≤ 30 V DC	0,5	≤ 15
^a U_{oc} : Output voltage measured with all load circuits disconnected. Voltages are for substantially sinusoidal alternating current and ripple free direct current. For non-sinusoidal alternating current and for direct current with ripple greater than 10 % of the peak, the peak voltage 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 in VA.			
^d Measurement of I_{sc} and S are made 5 s after application of the short-circuit.			

8.1.19 Fault and abnormal conditions

The equipment 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 equipment. The requirements in 8.1.19 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.

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 no hazard will result from failure of the component. Compliance shall be checked by test of 9.2.11.

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 the conditions for which the equipment is designed.

8.1.20 Stored charge energy circuit

Parts including stored charge (capacitors) that are accessible (such as coil terminals) or removable for servicing (such as coil replacement), installation, or disconnection shall not present a risk of electric shock or arc flash hazard.

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 an appropriate method to discharge the capacitor before touching the connecting parts.

NOTE Accessible live parts include parts that are not protected by an appropriate measure, for example IP rating.

8.1.21 Embedded software

For information and minimum requirements related to embedded software supporting the main functions of control circuit devices, IEC TR 63201 gives guidance.

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.

8.2.1.2 Limits of operation of contactor relays

The limits of operation for contactor relays shall be in accordance with 8.2.1.2 of IEC 60947-1:2020.

8.2.2 Temperature-rise

Subclause 8.2.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.2.3 Dielectric properties

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

For class II control circuit devices, see Annex F.

8.2.4 Ability to make and break under normal and abnormal load conditions

8.2.4.1 Making and breaking capacities

a) Making and breaking capacities under normal conditions

The switching elements shall be capable of making and breaking currents without failure under the conditions stated in Table 2, for the required utilization categories and the number of operating cycles indicated, under the conditions specified in 9.3.3.5.3.

NOTE In the United States of America and in Canada, it is established that the switching elements are capable of making and breaking currents without failure under the conditions stated for the electrical ratings based on utilization categories (e.g. A600) stated in Table A.1. See Federal regulations and product standards.

b) Making and breaking capacities under abnormal conditions

The switching elements shall be capable of making and breaking currents without failure under the conditions according to 9.3.3.5.4 and stated in Table 3, for the required utilization categories and the number of operating cycles specified in Table 3.

8.2.4.2 Vacant

8.2.4.3 Durability

Subclause 8.2.4.3 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions:

a) Mechanical durability

The mechanical durability of a control circuit device is verified, when needed, by a special test conducted at the discretion of the manufacturer. Instructions for conducting this test are given in Annex C.

b) Electrical durability

The electrical durability of a control circuit device is verified, when needed, by a special test conducted at the discretion of the manufacturer. Instructions for conducting this test are given in Annex C.

NOTE It is assumed that a minimum durability of 6 050 cycles is verified by conducting the verification of making and breaking capacities of switching elements under normal conditions (9.3.3.5.3).

8.2.5 Conditional short-circuit current

The switching element shall withstand the stresses resulting from short-circuit currents under the conditions specified in 9.3.4.

8.2.6 Vacant

8.2.7 Additional requirements for control switches suitable for isolation

Control switches suitable for isolation shall be tested according to 9.3.3.4 of IEC 60947-1:2020 with a value of test voltage as specified in Table 14 of IEC 60947-1:2020 corresponding to the rated impulse withstand voltage U_{imp} declared by the manufacturer.

8.3 Electromagnetic compatibility (EMC)

8.3.1 General

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

The general electromagnetic environment of the equipment covered by this document is E-III, industrial according to IEC TR 63216.

NOTE 1 The environment E-II is relevant for accessories such as control device or digital signal interfaces not directly supplied by the factory mains (see IEC TR 63216).

The EMC tests shall be conducted at rated operational voltage U_e , or if the rated operational voltage is given as a range, then the test shall be conducted at a voltage which represents the worst case condition. The worst case condition is assessed for example by preliminary tests.

For each test defined in 9.4.2 the use of a new EUT is permitted but during each test defined in 9.4.2 the use of a new EUT, maintenance or replacement of parts of the EUT is not permitted.

The equipment covered by this document is intended for use in environment A.

NOTE 2 In some cases the equipment can also be foreseen for use in environment B. For this case information is given in 9.4.3.

Contactors incorporating electronic circuits shall follow the general requirements of 8.3.1 of IEC 60947-4-1:2018.

8.3.2 Immunity

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

Tests shall be made according to 9.4.2 of this document.

Acceptance criteria of Table 10 apply. The acceptance criteria shall be adjusted to the EUT and be recorded in the test plan.

Contactor relays incorporating electronic circuits shall follow the requirements given in 8.3.2 of IEC 60947-4-1:2018.

Table 10 – Acceptance criteria

Item	Acceptance criteria (performance criteria during tests)		
	A	B	C
Overall performance	Normal performance within the specified limits	Temporary degradation or loss of performance which is self-recoverable ^a	Temporary degradation or loss of performance which requires operator intervention or system reset.
Operation of control circuits	No unwanted operation, the contact element shall remain in the expected position	Temporary unintentional opening or closing of the contact element Self-recoverable ^a	Unintentional opening or closing of the contact element Not self-recoverable
Operation of displays and signalling components	No changes to visible display information. Only slight light or sound intensity fluctuation of the optical or audible signal source, or slight movement of characters or slight change of frequency of the audible signal source.	Temporary visible changes or loss of information. Undesired optical or audible signal.	Shut down, permanent loss of display or wrong information. Unpermitted operating mode. Not self-recoverable.
Information processing and sensing functions	Undisturbed communication and data interchange to external devices remains within the specification.	Temporarily disturbed communication, which is detected and is self-recoverable.	Erroneous processing of information. Undetected loss of data and/or information. Errors in communication. Not self-recoverable.
^a The recovery time shall not deviate by more than 50 % compared to the device in new conditions.			

8.3.3 Emission

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

Tests shall be made according to 9.4.3. The equipment is considered to be classified group 1, class A.

8.4 Special requirements

8.4.1 Additional requirements for reed contact magnetic switches

See Annex D.

8.4.2 Class II control circuit devices

See Annex F.

8.4.3 Additional requirements for control circuit devices with integrally connected cables

See Annex G.

8.4.4 Additional requirements for semiconductor switching elements for control circuit devices

See Annex H.

8.4.5 Special requirements for indicator lights, indicating towers and their optional audible functions

See Annex J.

8.4.6 Special requirements for control switches with direct opening action

See Annex K.

8.4.7 Special requirements for mechanically linked contact elements

See Annex L.

8.4.8 Additional requirements for control circuit devices incorporating a built-in communication interface (SDCI)

See Annex O.

9 Tests

9.1 Kinds of test

9.1.1 General

Subclause 9.1.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.1.2 Type tests

Type tests are intended to verify compliance of the designs of the control circuit devices with this document.

They comprise the verification of:

- a) temperature-rise (9.3.3.3);
- b) dielectric properties (9.3.3.4);
- c) making and breaking capacities of switching elements under normal conditions (9.3.3.5.3);
- d) making and breaking capacities of switching elements under abnormal conditions (9.3.3.5.4);
- e) performance under conditional short-circuit current (9.3.4);
- f) constructional requirements (9.2);
- g) degree of protection of enclosed control circuit devices (9.3.1);
- h) EMC tests, where applicable (9.4);

- i) stored energy discharge test, where applicable (9.2.13);
- j) verification of operating limits of contactor relays (see 9.3.3.2).

9.1.3 Routine tests

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

Routine tests comprise:

- verification of the operation (electrical and/or mechanical);
- verification of operating limits of contactor relays (see 9.3.3.2);
- dielectric tests (see 9.3.3.4.2).

Additional routine tests for the control switch or the control circuit device may be specified as appropriate. A sampling plan may be accepted for those tests, if the conditions for sampling tests given in 9.1.4 are met.

9.1.4 Sampling tests

Subclause 9.1.4 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

Sampling tests comprise:

- verification of the operation (electrical and/or mechanical);
- verification of operating limits of contactor relays (see 9.3.3.2);
- dielectric tests (see 9.3.3.4.2);
- dielectric test for clearance verification, where applicable (see 9.3.3.4.3);
- verification of the time delay or range of time delay of time-delay devices as stated by the manufacturer.

Sampling tests may be used instead of routine tests. Sampling shall meet or exceed the following requirements as specified in Table 2-A of ISO 2859-1:1999:

- sampling based on $AQL \leq 1$;
- acceptance number $Ac = 0$ (no defect accepted);
- rejection number $Re = 1$ (if 1 defect, the entire lot shall be tested).

Sampling shall be made at regular intervals for each specific lot.

Alternative statistical methods that ensure compliance with the requirements stated above can be used, for example statistical methods controlling continuous manufacturing or process control with capability index.

9.1.5 Special tests

9.1.5.1 General

Subclause 9.1.5.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.1.5.2 Durability tests

If the manufacturer declares a mechanical and/or electrical durability, Annex C applies.

9.1.5.3 Reliability data tests

If the manufacturer declares data for functional safety applications, Annex N applies.

The mechanical and electrical durability tests shall be performed with the actuator operated by a machine that complies with the requirements of 9.3.2.1.

9.1.5.4 Environmental tests

In cases where it is necessary to assess the ability of controlgear to perform its function under certain climatic environmental conditions different from normal service conditions as described in 7.1, the tests shall be conducted according to Annex Q of IEC 60947-1:2020.

The conditioning procedures and the tests shall be conducted in the open position or in the unpowered state where power supply terminals are provided. After the test, the device shall comply with the requirements given in 8.2.1.2 or 8.1.5.3.

When auxiliary devices are assembled to a main device, their electrical and mechanical performance (including proper fitting) shall be tested in conjunction with the main device according to its relevant environmental conditions.

9.1.5.5 Special test for mechanically linked contact elements

For mechanically linked contact elements, L.9.5 applies.

9.2 Compliance with constructional requirements

9.2.1 General

The verification of compliance with the constructional requirements stated in 8.1 concerns, for example:

- the materials;
- the equipment;
- the degrees of protection of enclosed equipment;
- the mechanical and electrical properties of terminals;
- the actuation;
- the behaviour under fault conditions.

9.2.2 Test of materials to abnormal heat and fire

9.2.2.1 Glow-wire test (on equipment)

Subclause 9.2.2.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition:

The conditions specified in 8.1.2.2 of this document and Table 6 apply.

9.2.2.2 Flammability, hot wire ignition and arc ignition tests (on materials)

Subclause 9.2.2.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.2.3 Equipment

Subclause 9.2.3 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.2.4 Degrees of protection

Subclause 9.2.4 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.2.5 Mechanical and electrical properties of terminals

9.2.5.1 General conditions for tests

Subclause 9.2.5.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.2.5.2 Tests of mechanical strength of terminals

Subclause 9.2.5.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.2.5.3 Testing for damage to and accidental loosening of conductors (flexion test)

Subclause 9.2.5.3 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.2.5.4 Pull-out test

Subclause 9.2.5.4 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.2.5.5 Test for insertability of unprepared round copper conductors having the maximum cross-section

Subclause 9.2.5.5 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.2.5.6 Void

9.2.5.7 Electrical performance of screwless-type clamping units

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

- This test is not required for:
 - terminals qualified according to IEC 60999-1 and used in accordance with manufacturer's specifications;
 - low-current terminals (see 3.1.2.10).
- The test shall be done on the connecting device equipped with the clamping units.
- The number of specimens shall be at least 8.
- The test shall be done as a single 8 test:
 - eight clamping units shall be tested to the declared voltage drop;
 - if the number of failed clamping units does not exceed two, the test is considered passed.

NOTE 1 See Figure D.8 of IEC 60947-1:2020 for an explanation of the parts of a connecting device.

NOTE 2 See C.1.2.2 for a description of the single 8 test.

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 6. If the measurement points cannot be positioned within 10 mm of 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 applied shall be according to Table 11.

The voltage drop shall not exceed 15 mV.

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

NOTE 3 Usually it is possible to equip products covered by this document with many different types of wires (stranded, solid, flexible, etc.) which results in a sufficient number of tests for the same terminal.

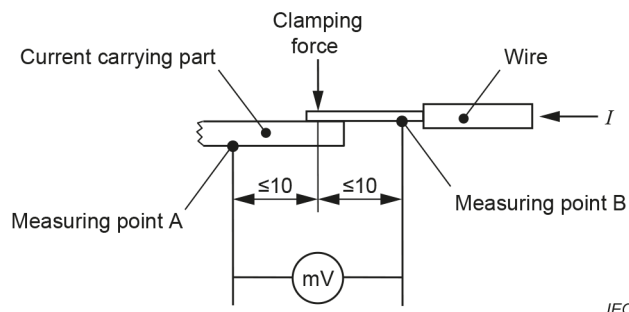


Figure 6 – Voltage drop measurement at contact point of the clamping unit or terminal

Table 11 – Test values for electrical performance and ageing test of screwless-type clamping units

Conductor size mm ²	Test current ^a A	
	For minimum cross-section	For maximum cross-section
0,2	1	I_{th} or I_{the} declared for the product
0,34	2	
0,5	3	
0,75	6	
1,0	8	
1,5	12	
2,5	20	
4,0	25	

^a For power supply terminals (i.e. terminals for indicator lights according to Annex J), the test current shall be I_e .

9.2.5.8 Ageing test for screwless-type clamping units

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

- This test is not required for:
 - terminals qualified according to IEC 60999-1 and used in accordance with manufacturer's specifications;
 - low-current terminals (see 3.1.2.10);
- The test shall be done on the connecting device equipped with the clamping units;
- The number of specimens shall be at least 8;
- The test shall be done as a single 8 test:
 - eight clamping units shall be tested to the declared voltage drop;
 - if the number of failed clamping units does not exceed two, the test is considered passed.

NOTE 1 See C.1.2.2 for a description of the single 8 test.

The test current shall be according to Table 11.

The maximum temperature for the temperature cycles shall be 40 °C.

The maximum voltage drop shall not exceed the smaller one of the following two values:

- 22,5 mV; or
- 1,5 times the value measured after the 24th cycle.

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

9.2.6 Verification of actuating force (or torque)

When required in 8.1.5.3, the minimum actuating force or torque shall be tested. The performance shall be as stated in 8.1.5.3.

9.2.7 Verification of limitation of rotation (of a rotary switch)

When this test is required in 8.1.5.4, it shall be tested during sequence VI of 9.3.1. The test sample shall be mounted according to the manufacturer's instructions.

The operation torque shall be measured five times and the maximum value recorded. The maximum torque value, multiplied by five, shall be applied to the actuator by forcing it against the means of limitation. The torque shall be applied for 10 s.

The test is passed if the means of limitation has not moved, become loose or prevented the actuator's normal operation.

9.2.8 Conduit pull-out test, torque test and bending test with metallic conduits

Subclause 9.2.8 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.2.9 Test of earth continuity for protective earth

Subclause 9.2.9 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.2.10 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 power. Further adjustment is made, if necessary, to maintain the limited power for a period specified in 8.1.18.

A variable resistive load is connected to the circuit under consideration and adjusted to obtain the limit of apparent power as indicated in Table 7, Table 8, or Table 9, as applicable. Further adjustment is made, if necessary, to maintain the limit of apparent power for the time period indicated in Table 7, Table 8 or Table 9, as applicable.

The test is passed if, after the test period, the available apparent power does not exceed the limits indicated in Table 7, Table 8 or Table 9, 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 8.

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

9.2.11 Breakdown of components

9.2.11.1 General

The breakdown of a component, identified as a result of the circuit analysis according to 8.1.19, shall be tested with the product operating with the load creating the more severe condition.

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 8.1.18;
- 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.

9.2.11.2 Breakdown of component 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.

The breakdown of the component test shall be done after any circuits of the device that may affect the result of the test are fully energized and in operation.

Components, such as capacitors or diodes, are short- or open-circuited. For a 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. Where a dedicated enclosure is present, 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 9.3.4.1.2 d) of IEC 60947-1:2020, to the supply circuit. A new sample can be used for each identified failure mode.

During the 10 minutes after the start of the test, there shall be no emission of flame or molten metal, nor ignition of cotton. The fusible element shall not open.

NOTE 1 The main function can be lost during this test.

NOTE 2 The definition of enclosed equipment is given in Annex C of IEC 60947-1:2020.

9.2.12 Artificial optical radiation test

Conformity to 8.1.14 shall be checked by design, by review of the technical specifications of the lamp manufacturer and, if necessary, by measurement of the optical radiation followed by determination of the applicable risk groups according to IEC 62471.

NOTE For guidance on measuring techniques, see IEC 62471.

9.2.13 Stored charge energy test

The verification of the energy limit defined in 8.1.20 shall be verified by measurement and calculation with Formula (1).

$$E = \frac{1}{2} C \times V^2 \quad (1)$$

where

E is the energy, expressed in joules (J)

C is the capacitance, expressed in farads (F)

V is the measured voltage on the capacitor, in volts (V).

9.3 Performance

9.3.1 Test sequences

The type and sequence of tests to be performed on representative samples are as follows.

- Test sequence I (sample no. 1)
 - Test no. 1 – Operating limits of contactor relays (9.3.3.2), if applicable
 - Test no. 2 – Temperature-rise (9.3.3.3)
 - Test no. 3 – Dielectric properties (9.3.3.4)
 - Test no. 4 – Mechanical and electrical properties of terminals (9.2.5)
- Test sequence II (sample no. 2)
 - Test no. 1 – Making and breaking capacities of switching elements under normal conditions (9.3.3.5.3)
 - Test no. 2 – Dielectric verification (9.3.3.5.6 b))
- Test sequence III (sample no. 3)
 - Test no. 1 – Making and breaking capacities of switching elements under abnormal conditions (9.3.3.5.4)
 - Test no. 2 – Dielectric verification (9.3.3.5.6 b))
- Test sequence IV (sample no. 4)
 - Test no. 1 – Performance under conditional short-circuit current (9.3.4)
 - Test no. 2 – Dielectric verification (9.3.3.5.6 b))
- Test sequence V (sample no. 5)
 - Test no. 1 – Degree of protection of enclosed control circuit devices (Annex C of IEC 60947-1:2020)
 - Test no. 2 – Test of earth continuity for protective earth (9.2.9), where applicable
 - Test no. 3 – Conduit pull-out test, torque test and bending test with metallic conduits (9.2.8), where applicable
- Test sequence VI (sample no. 6)
 - Test no. 1 – Verification of clearances and creepage distances, if applicable (8.1.4 of IEC 60947-1:2020)
 - Test no. 2 – Verification of limitation of rotation of a rotary switch (9.2.7)
 - Test no. 3 – Verification of actuation force or torque (9.2.6)

Additional samples may be used for the tests of 9.2.2, 9.2.10, 9.2.11, 9.2.12 and 9.2.13, if applicable.

There shall be no failure in any of the above tests.

More than one test sequence or all test sequences may be conducted on one sample. However, the tests shall be conducted in the sequence given for each sample above.

For class II control circuit devices, one additional test sequence applies, see Annex F.

For control circuit devices with integrally connected cables, one additional test sequence applies, see Annex G.

For semiconductor switching elements one additional test sequence applies, see Annex H.

For indicator lights and indicating towers four additional test sequences apply, see Annex J.

For control circuit devices with direct opening action, two additional test sequences apply according to K.9.3.1 and the procedure for test sequence IV is modified, see K.9.3.4.

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:

The tests shall be performed with the actuator operated by a machine complying with the requirements of 9.3.2.1 a) for linear movement or, for a rotary switch, in accordance with 9.3.2.1 b) or 9.3.2.1 c).

- a) For push-buttons and/or related control switches, the operating machine shall apply the actuating force (or torque) to the actuator in the direction of its motion.

The force (or torque) or the travel of the operating machine shall comply with one of the following conditions according to the manufacturer's instructions:

- the maximum force (or torque) exerted on the actuator shall not exceed 1,5 times the force (or torque) required for maximum over-travel of the contact element(s);
- the over-travel of the contact elements shall be between 50 % and 80 % of the over-travel inherent in the design of the contact elements.

At the moment in time when the switching operation occurs, the velocity of the operating machine, measured where it touches the actuator, shall be a velocity declared by the manufacturer. The preferred value is in the range between 0,05 m/s and 0,15 m/s.

The mechanical connection between the operating machine and the actuator shall have a sufficient free play (lost motion) to avoid the operating machine impeding the free motion of the actuator away from it.

- b) For switches fully rotary in both directions, one operating cycle comprises either one fully clockwise operation of the actuator or one fully anticlockwise operation of the actuator. However, in this case, approximately three-quarters of the total number of operating cycles shall be made in the clockwise direction, followed by the remainder in the anticlockwise direction. The angular velocity shall be declared by the manufacturer. The preferred value is in the range between 0,5 to 1 revolution per second.
- c) For limited movement rotary switches, operation shall be at a speed declared by the manufacturer. The preferred value is in the range of 1 to 4 revolutions per second.

9.3.2.2 Test quantities

Subclause 9.3.2.2 of IEC 60947-1:2020 applies except for 9.3.2.2.3.

9.3.2.3 Evaluation of test results

The condition of the control circuit device after each test shall be checked by the verifications applicable to each test.

A control circuit device is deemed to have met the requirements of this document if it meets the requirements of each test and/or test 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 abnormal load conditions

9.3.3.1 Operation

Subclause 9.3.3.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.3.3.2 Operating limits of contactor relays

Subclause 9.3.3.2 of IEC 60947-1:2020 applies with the limits given in 8.2.1.2.

9.3.3.3 Temperature-rise

Subclause 9.3.3.3 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition:

All switching elements of the control circuit device shall be tested. All switching elements that may be simultaneously closed shall be tested together. However, switching elements forming an integral part of an actuating system in such a manner that the elements cannot remain in the closed position, are exempt from this test. For devices with a test current range up to 8 A according to IEC 60947-1:2020, Table 9, the test may be conducted with a minimum cross-section of 1 mm².

NOTE The fact that a control circuit device can have several positions in which switching elements are in their closed position can lead to the execution of several tests.

The minimum length of each temporary connection, from terminal to terminal, shall be 1 m.

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 additions.

Tests for Class II control circuit devices, see Annex F.

Tests for indicator lights and indicating towers, see Annex J.

Add the following text after 2) c) iii) of 9.3.3.4.1 of IEC 60947-1:2020:

The control circuit device shall be capable of withstanding the test voltage applied as follows:

- between live parts of the switching element and parts of the control switch intended to be earthed;
- between live parts of the switching element and surfaces of the control switch likely to be touched in service, conductive or made conductive by a metal foil;
- between live parts belonging to electrically separated switching elements, in conformity with polarity statement from manufacturer, if any.

9.3.3.4.2 Routine tests

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

The voltage shall be applied for a minimum duration of 1 s. The use of the metal foil and external terminal connections are not necessary.

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

If a control circuit device is assembled without wiring using previously tested devices, the dielectric test for the combination is not necessary.

EXAMPLE Assembly of previously tested contact blocks in an enclosure.

9.3.3.4.3 Sampling tests

Subclause 9.3.3.4.3 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.3.3.4.4 Tests for equipment with protective separation

Subclause 9.3.3.4.4 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.3.3.5 Making and breaking capacities

9.3.3.5.1 General

Tests for verification of making and breaking capacities shall be made according to the general test requirements stated in 9.3.2.1.

9.3.3.5.2 Test circuits and connections

Tests shall be carried out on a single-pole element or on one pole of a multi-pole device provided that all pole elements are identical in construction and operation. For devices with a test current range up to 8 A according to IEC 60947-1:2020, Table 9, the test may be conducted with a minimum cross-section of 1 mm².

Adjacent contact elements are considered to be of the opposite polarity unless otherwise stated by the manufacturer.

Change-over contacts of forms C and Za are of the same polarity and change-over contacts of form Zb are of the opposite polarity.

Single-pole elements or contact elements in a multi-pole device stated as the same polarity shall be connected in accordance with the circuit shown in Figure 7. Any adjacent contact elements not being tested shall not be connected.

Change-over contacts of forms C and Za shall be subject to separate tests in the normally open and normally closed positions connected in accordance with Figure 7.

Electrically separated contact elements shall be connected in accordance with the circuit shown in Figure 8. Adjacent contact elements of the opposite polarity not being tested shall be jointly connected to the supply, as shown.

Change-over contacts of form Zb shall be subject to separate tests in the normally open and normally closed positions but with both terminals of the opposite position being connected to the supply, as shown in Figure 8, for an adjacent contact of opposite polarity.

If the make and break operations require different values, the circuit shown in Figure 9 shall represent load L_d in Figure 7 and Figure 8.

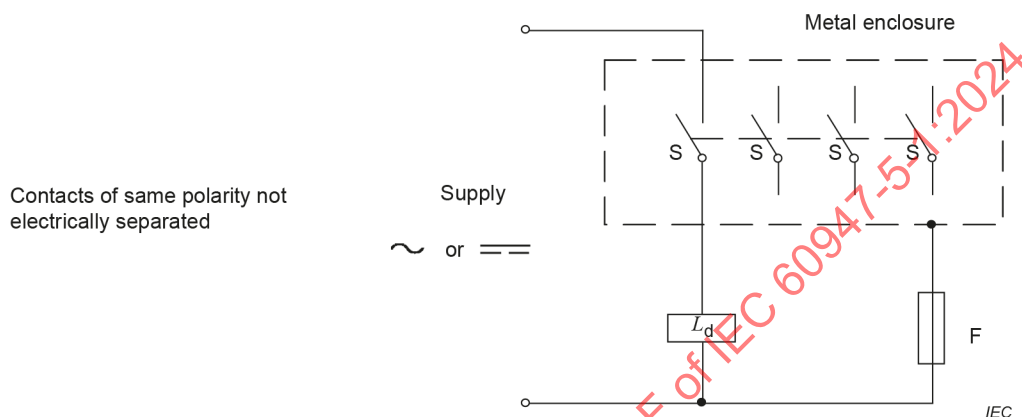
For AC tests, the load shall be an air-cored inductor in series with a resistor, if needed, to obtain the specified power factor. The inductor shall be shunted by a resistor taking 3 % of the total power consumed (see Figure 9).

NOTE 1 Iron-core loads can influence the sine-wave form of the test load current. Air-core loads do not force such effects.

NOTE 2 In the United States of America and in Canada, both air-core loads and iron-core loads are used.

For DC tests, to obtain the specified steady-state current, the test current shall increase from zero to the steady-state value within the limits shown in Figure 10. For guidance, an example of an iron-cored load is shown in Annex B.

Test voltage and test current shall be in accordance with Table 2 and Table 3. The test circuit applied shall be stated in the test report.



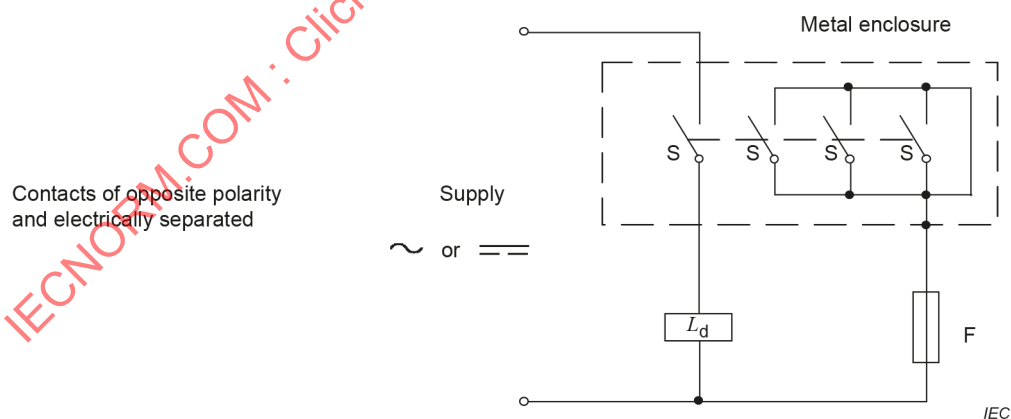
Key

L_d load according to Figure 9

F fuse or isolation measurement device

S contact element (NO or NC)

**Figure 7 – Test circuits for multi-pole control switches –
Contacts of same polarity, not electrically separated**



Key

L_d load according to Figure 9

F fuse or isolation measurement device

S contact element (NO or NC)

Figure 8 – Test circuits for multi-pole control switches – Electrically separated

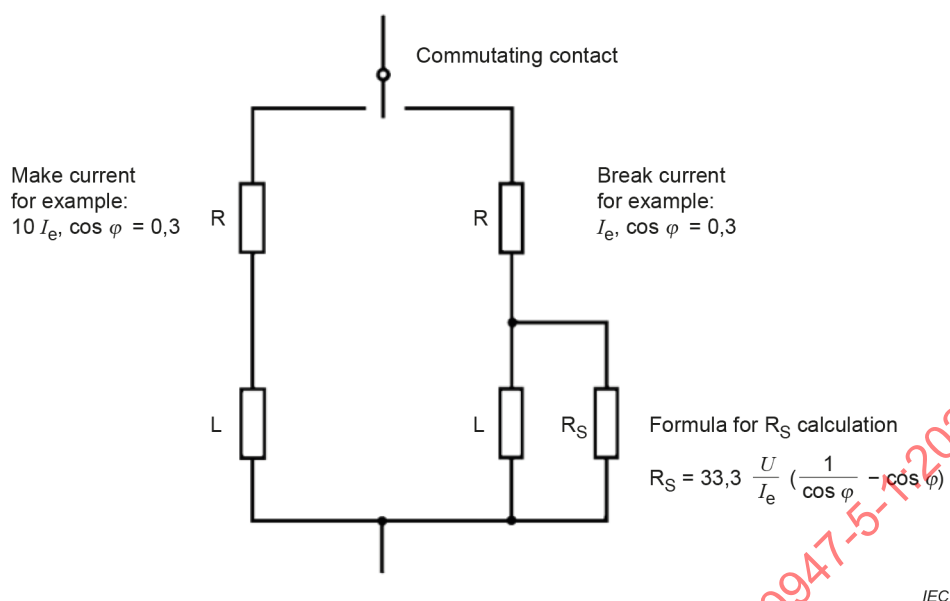


Figure 9 – Load L_d details for test conditions requiring different values of make and break current and/or power factor (time constant)

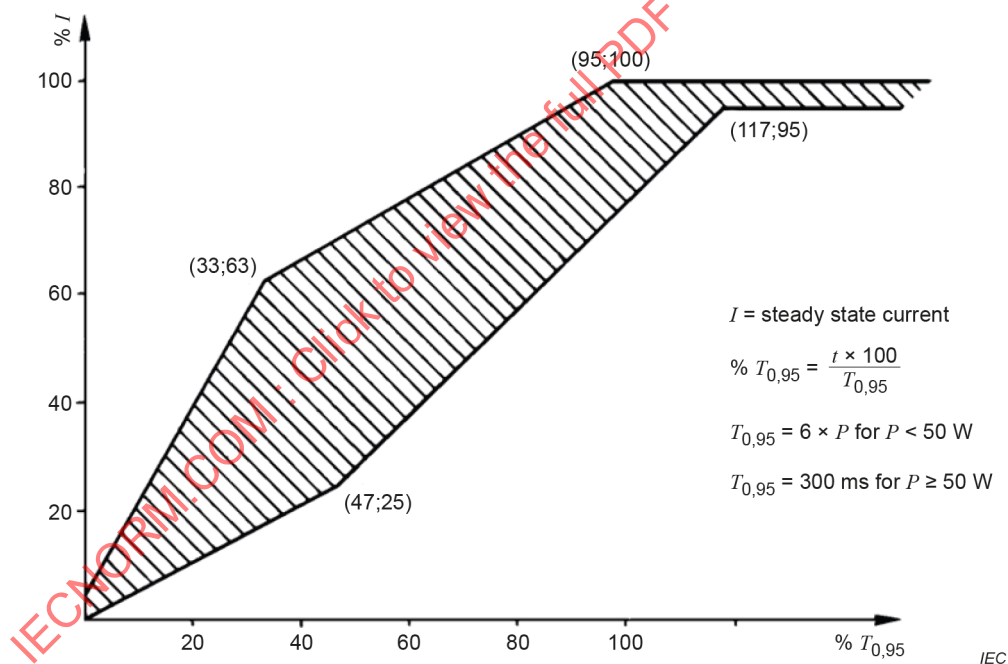


Figure 10 – Current/time limits for DC test loads

9.3.3.5.3 Making and breaking capacities of switching elements under normal conditions

The tests are intended to verify that the control circuit device is capable of performing its intended duty according to the utilization category.

With the load set in accordance with Table 2, the 6 050 operating cycles shall be carried out in the following sequence:

- 50 operations at 10 s intervals with the voltage set at $1,1 \times U_e$;
- 10 operations as rapidly as possible whilst ensuring complete closing and opening of contacts;
- 990 operations at 1 s intervals;
- 5 000 operations at 10 s intervals (or at a shorter interval determined by the manufacturer).

When the construction of the device is such that rapid cycling is not possible, for example overload relay contacts, the operations shall be at 10 s intervals or as fast as the device will permit.

For auxiliary contacts of a switching device, for example contactor, circuit-breaker, the number of operating cycles shall be the same as that required for the verification of the conventional operational performance capability of the switching device (see appropriate product standard).

9.3.3.5.4 Making and breaking capacities of switching elements under abnormal conditions

The test is intended to verify that the control circuit device is capable of making and breaking currents associated with electromagnetic loads. Load values, together with the sequence of operations, shall be in accordance with Table 3.

9.3.3.5.5 Vacant

9.3.3.5.6 Results to be obtained

The following criteria shall be met entirely.

- a) During the tests of 9.3.3.5.3 and 9.3.3.5.4, there shall be no electrical or mechanical failures, no contact welding or prolonged arcing, and the fuses shall not open.
- b) After the test of 9.3.3.5.3 and 9.3.3.5.4, the device shall withstand the power-frequency test voltage of $2 \times U_e$, but not less than 1 000 V, applied as specified in 9.3.3.4.1.

9.3.4 Performance under conditional short-circuit current

9.3.4.1 General conditions for short-circuit tests

The switching element shall be in a new and clean condition, mounted as in service.

For conditions and test procedure for semiconductor switching elements, see H.9.3.4.

For conditions and test procedure for control switches with direct opening action, see H.9.3.4.

9.3.4.2 Test procedure

The switching element may be operated several times before the test, at no load or at any current not exceeding the rated current.

A contact element with two terminals shall be tested with the actuator in the position corresponding to the closed position of the switching element under test.

The contact element to be tested shall be in series with the short-circuit protective device (SCPD), the load impedance and a separate switching device in a single-phase circuit as shown in Figure 11. The test quantities shall be in accordance with 9.3.4.3.

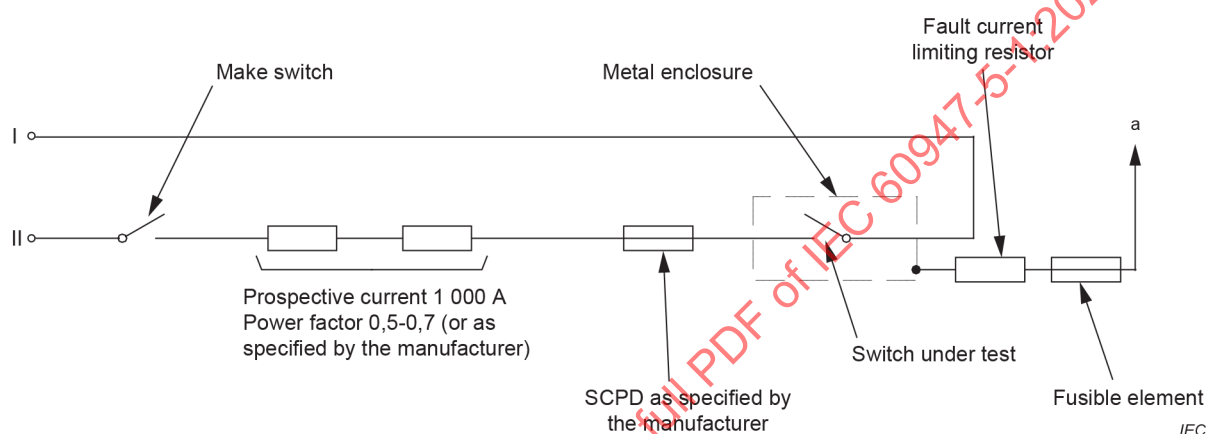
The test is performed by making the current with the separate making switch and the current shall be maintained until the SCPD operates.

The test shall be performed three times on the same contact element, the SCPD being reset or replaced after each test. The time interval between the tests shall be not less than 3 min. The actual time interval shall be stated in the test report.

For change-over contact elements, the above test shall be made separately on both the normally closed and normally open contacts.

NOTE For control switches with both two terminals and change-over contact elements, both types are tested.

A separate control circuit device may be used for each contact element.



^a To be connected alternately to I or II on successive tests.

Figure 11 – Test circuit, conditional short-circuit current

9.3.4.3 Test circuit and test quantities

The switching element shall be connected in series with the short-circuit protective device of type and rating stated by the manufacturer; it shall also be in series with the switching device intended to close the circuit.

The test circuit load impedance shall be an air-cored inductor in series with a resistor, adjusted to a prospective current of 1 000 A, or another value if stated by the manufacturer but not less than 100 A, at a power factor of between 0,5 and 0,7 and at the rated operational voltage. The open circuit voltage shall be 1,1 times the maximum rated operational voltage of the switching element.

The switching element shall be connected in the circuit using 1 m total length of cable corresponding to the operational current of the switching element. For devices with a test current range up to 8 A according to IEC 60947-1:2020, Table 9, the test may be conducted with a minimum cross-section of 1 mm².

9.3.4.4 Condition of the switching element after the test

The following criteria shall be met entirely.

- After the short-circuit test, it shall be possible to open the switching elements by the normal actuating system.
- After the test, the device shall withstand the power-frequency voltage of $2 \times U_e$ but not less than 1 000 V applied as specified in 9.3.3.4.1.

9.4 Tests for EMC

9.4.1 General

IEC 60947-1:2020, 9.3.2.1 and IEC 60947-1:2020, 9.4.1 apply with the following additions.

- Control circuit devices intended to be mounted in a hole of a panel shall be mounted in a hole which is located in the center of a grounded square metal plate.
Control circuit devices intended to be mounted on surfaces or on standard rails shall be mounted directly on the grounded square metal plate or on the standard rail which is fixed on the grounded square metal plate.
Control circuit devices intended to be mounted in associated metal enclosures shall be mounted in the grounded metal enclosure with the smallest dimension available or on the grounded approximately square metal plate, whichever configuration yields the worst results.
- The dimension of the metal plate shall be $(300 \times 300) \pm 50$ mm and the thickness $1,5^{+0,5}_0$ mm.
- If not required otherwise by the basic EMC publication, the connecting leads shall be $2^{+0,1}_0$ m. If the length of the connecting leads is other than 2 m, the length shall be stated in the test report.
- For control circuit devices not having integral cables, the type of cable or wire used shall be in accordance with the product documentation and shall be recorded in the test report.
- The EUT shall be in the ON-status or in the OFF-status, whichever is the worse. The tested state shall be recorded in the test report. If the worst case is not assessed by preliminary tests, the EUT shall be tested in ON and OFF.
- In-situ testing is not accepted.

For EMC tests of control circuit devices with built-in communication interface (SDCI) according to IEC 61131-9:2022, O.9.1.2 applies.

9.4.2 Immunity

9.4.2.1 Electrostatic discharges

The test shall be performed according to IEC 61000-4-2:2008 with the conditions stated in Table 12, and shall be repeated 10 times at each test point, with a minimum time interval of 1 s between pulses. The selection of test points shall be done in accordance with IEC 61000-4-2:2008, 8.3.

9.4.2.2 Radiated radio-frequency electromagnetic fields

The test shall be performed according to IEC 61000-4-3:2020 with the conditions stated in Table 12.

The length of the connecting leads and the arrangement of wiring shall be in accordance with IEC 61000-4-3:2020.

9.4.2.3 Electrical fast transients/bursts

The test shall be performed according to IEC 61000-4-4:2012 with the conditions stated in Table 12.

9.4.2.4 Surges

The test shall be conducted using the methods of IEC 61000-4-5:2014 and IEC 61000-4-5:2014/AMD1:2017 with the conditions stated in Table 12.

The surges shall be applied:

- a) between terminals intended to be connected to the power supply;
- b) between each terminal intended to be connected to the power supply and each output terminal of semiconductor switching elements, if any.

The repetition rate shall be one surge per minute, with the number of pulses being five positive and five negative.

After the test, the EUT shall withstand the power-frequency voltage of $2 \times U_e$ but not less than 1 000 V applied as specified in 9.3.3.4.1.

NOTE 1 When all immunity tests are conducted on the same sample, the power-frequency test can also be applied after the last immunity test.

NOTE 2 For devices already type-tested according to IEC 60947-5-1:2016 or earlier editions, a retesting including the power frequency test is not necessary.

9.4.2.5 Conducted disturbances induced by radio-frequency fields

The test shall be performed according to IEC 61000-4-6:2023 with the conditions stated in Table 12.

9.4.2.6 Power-frequency magnetic fields

The test shall be performed according to IEC 61000-4-8:2010 with the conditions stated in Table 12.

9.4.2.7 Voltage dips and interruptions

The test shall be performed according to IEC 61000-4-11:2020 with the conditions stated in Table 12.

9.4.2.8 Immunity test conditions

Table 12 – Immunity tests

Type of test	Test level required	Performance criterion
Electrostatic discharge immunity test IEC 61000-4-2	Air discharge ± 8 kV	B ^a
	Contact discharge ± 4 kV	B ^a
Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test IEC 61000-4-3	80 MHz to 1 GHz 10 V/m	A
	1,4 GHz to 6 GHz 3 V/m	A
Electrical fast transient/burst immunity test IEC 61000-4-4	± 2 kV / 5 kHz and/or 100 kHz ^b on power ports ± 1 kV / 5 kHz and/or 100 kHz ^b on signal ports ^c	B ^a
Surge immunity test ^d IEC 61000-4-5	± 2 kV (line-to-earth) ± 1 kV (line-to-line)	B
Conducted disturbances induced by radiofrequency fields immunity test IEC 61000-4-6	150 kHz to 80 MHz 10 V	A
Power frequency magnetic field immunity test ^e IEC 61000-4-8	30 A/m	A

Type of test	Test level required	Performance criterion
Voltage dips immunity test ^{f, g} (50/60 Hz) IEC 61000-4-11	0 % during 0,5 cycle	B ^{a, h}
	0 % during 1 cycle	B
	40 % during 10/12 cycles	C
	70 % during 25/30 cycles	C
Short interruptions immunity test ^{f, g} (50/60 Hz) IEC 61000-4-11	0 % during 250/300 cycles at 0°	C
^a For keeping the functionality at the system level (e.g. automation or process), the state of the switching element shall not change for more than 1 ms for DC devices or one half-cycle of supply frequency for AC devices. ^b The test may be performed at one or at both repetition frequencies. The use of 5 kHz repetition frequency was previously used; however, 100 kHz is closer to reality. ^c Applicable only to ports suitable for connection to cable length longer than 3 m. ^d No tests are performed on DC power ports and signal ports with a cable length less than 30 m. For length greater or equal to 30 m, see Table 2 and Table 3 of IEC 61000-6-2:2016. This test is not applicable for DC input/output ports ≤ 60 V when the secondary circuits (isolated from the AC mains) are not subject to transient overvoltages). ^e Applicable only to equipment containing devices susceptible to power frequency magnetic fields, for example hall sensors. ^f The value before the solidus (/) is for 50 Hz and the value behind is for 60 Hz tests. ^g The given percentage means percentage of the rated operational voltage, for example 0 % means 0 V. ^h For devices with power consumption of more than 750 mW, the recovery time of the switching element may be longer than one half-cycle but shall be less than the maximum recovery time.		

9.4.3 Emission

The tests shall be performed in accordance with the classification of equipment given in Clause 5 of CISPR 11:2015 for Group 1, Class A equipment. The emission limits specified in Clause 6 of CISPR 11:2015, CISPR 11:2015/AMD1:2016 and CISPR 11:2015/AMD2:2019 shall apply together with the test methods specified in Clause 7 of CISPR 11:2015 and CISPR 11:2015/AMD1:2016. When Clause 7 of CISPR 11:2015 is referred, the first and second paragraphs of 7.1 of CISPR 11:2015 are excluded.

In case where the equipment contains port(s) for communication through a wired network, the port(s) shall be tested in accordance with CISPR 32.

Control circuit devices under the scope of this document are intended to be used in environment A.

In cases where the equipment is intended to be used in a Class B environment (low-voltage public networks such as domestic, commercial and light industrial locations/installations), it shall comply with the test levels for Group 1, Class B devices specified in Clause 6 of CISPR 11:2015, CISPR 11:2015/AMD1:2016 and CISPR 11:2015/AMD2:2019, or the notice according to 6.3 of IEC 60947-1:2020 shall be included in the instructions to make it available to potential customers.

9.4.4 Test results and test report

The test results shall be documented in a comprehensive test report. The test report shall present the objective, the results and all relevant information of the tests. The test report shall define the control circuit device under test, including the layout of the connecting leads and if applicable the necessary auxiliary equipment. Any deviation from the test plan shall be mentioned.

NOTE The contents of the test plan are given in the corresponding basic standard (see the IEC 61000 series, e.g. Clause 10 of IEC 61000-4-2:2009).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-1:2024

Annex A

(normative)

Electrical ratings based on utilization categories

(see 4.1)

Table A.1 – Examples of contact rating designation based on utilization categories

Designation ^a	Utilization category	Conventional enclosed thermal current I_{the} A	Rated operational current I_e (A) at rated operational voltage U_e						VA rating ^b VA	
Alternating current			120 V	240 V	380 V	480 V	500 V	600 V	M	B
A150	AC-15	10	6	–	–	–	–	–	7 200	720
A300	AC-15	10	6	3	–	–	–	–	7 200	720
A600	AC-15	10	6	3	1,9	1,5	1,4	1,2	7 200	720
B150	AC-15	5	3	–	–	–	–	–	3 600	360
B300	AC-15	5	3	1,5	–	–	–	–	3 600	360
B600	AC-15	5	3	1,5	0,95	0,75	0,72	0,6	3 600	360
C150	AC-15	2,5	1,5	–	–	–	–	–	1 800	180
C300	AC-15	2,5	1,5	0,75	–	–	–	–	1 800	180
C600	AC-15	2,5	1,5	0,75	0,47	0,375	0,35	0,3	1 800	180
D150	AC-14	1,0	0,6	–	–	–	–	–	432	72
D300	AC-14	1,0	0,6	0,3	–	–	–	–	432	72
E150	AC-14	0,5	0,3	–	–	–	–	–	216	36
Direct current			125 V	250 V		400 V	500 V	600 V		
N150	DC-13	10	2,2	–		–	–	–	275	275
N300	DC-13	10	2,2	1,1		–	–	–	275	275
N600	DC-13	10	2,2	1,1		0,63	0,55	0,4	275	275
P150	DC-13	5	1,1	–		–	–	–	138	138
P300	DC-13	5	1,1	0,55		–	–	–	138	138
P600	DC-13	5	1,1	0,55		0,31	0,27	0,2	138	138
Q150	DC-13	2,5	0,55	–		–	–	–	69	69
Q300	DC-13	2,5	0,55	0,27		–	–	–	69	69
Q600	DC-13	2,5	0,55	0,27		0,15	0,13	0,1	69	69
R150	DC-13	1,0	0,22	–		–	–	–	28	28
R300	DC-13	1,0	0,22	0,11		–	–	–	28	28

^a The letter stands for the conventional enclosed thermal current and identifies (AC or DC): for example B means 5 A AC. The rated insulation voltage U_i is at least equal to the number after the letter.

^b The rated operational current I_e (A), the rated operational voltage U_e (V) and the break apparent power B (VA) are correlated by the formula $B = U_e \cdot I_e$.

Table A.2 – Examples of semiconductors switching element ratings for 50 Hz and/or 60 Hz

Switching element rating Designation	Rated operational current I_e A	Rated make current A				Minimum operational current A	Maximum OFF-state current mA
		AC15	AC14	AC13	AC12		
SA	10	100	60	20	10	0,1	15
SB	5	50	30	10	5	0,1	15
SC	2	20	12	4	2	0,05	10
SD	1	10	6	2	1	0,05	10
SE	0,5	5	3	1	0,5	0,01	10
SF	0,25	2,5	1,5	0,5	0,25	0,01	5
SG	0,1	1	0,6	0,2	0,1	0,01	3

The rated operational voltage shall be specified by the manufacturer.

Table A.3 – Examples of semiconductors switching element ratings for direct current

Switching element rating Designation	Rated operational current I_e A	Rated make current A			Maximum OFF-state current mA
		DC14	DC13	DC12	
SN	10	100	10	10	5
SP	5	50	5	5	4
SQ	2	20	2	2	4
SR	1	10	1	1	2
SS	0,5	5	0,5	0,5	2
ST	0,25	2,5	0,25	0,25	1
SU	0,1	1	0,1	0,1	0,4
SV	0,05	0,5	0,05	0,05	0,2

The rated operational voltage shall be specified by the manufacturer.

Annex B (informative)

Example of inductive test loads for DC contacts

B.1 General

The direct current inductive loads found in control circuits are usually electromagnetically driven relays, contactors and solenoids with solid iron loads rated 50 W or less. The influence of these loads on the contacts of the control circuit device is determined by the stored energy of the inductor which, in turn, is related to the average rate of rise of the current in the inductor or to the charging time of the inductor.

It has been empirically determined that inductive loads up to 50 W almost always have a charging time ($T_{0,95}$) to 95 % of their full current value of 6 ms per watt or less.

B.2 Construction

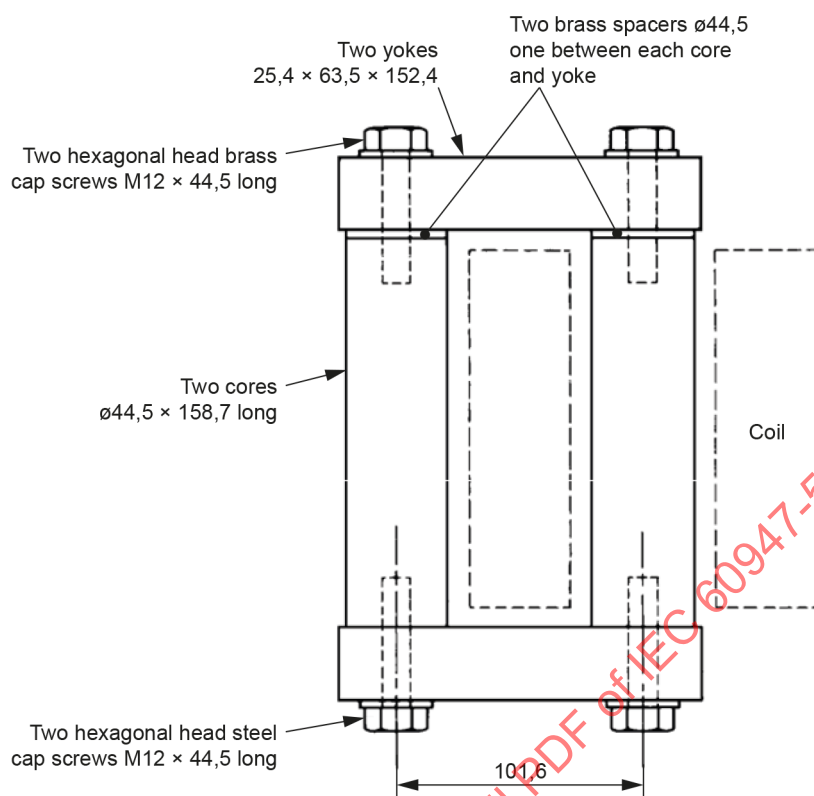
The following inductive test loads may be used to approximate the loads imposed upon contacts used in DC control circuits.

The magnetic circuit consists of two solid steel cores, 44,5 mm in diameter and 158,7 mm long, which are fastened by screws at each end to solid steel yokes 25,4 mm × 63,5 mm × 152,4 mm on 101,6 mm centres (see Figure B.1). The steel has a resistance of between 13,3 $\mu\Omega$ /cm and 19,9 $\mu\Omega$ /cm (cold-finished low carbon steels such as AISI 1010, 1015, 1018 or 116 equivalent meet this requirement). At one end of each core, a non-magnetic spacer having a thickness adjustable to between 0,127 mm and 0,762 mm is interposed between the end of the core and the yoke. Non-magnetic screws shall be used to hold the yoke at the end having the non-magnetic spacer, and steel screws shall be used at the other end.

A coil having the winding characteristics shown in Figure B.1 surrounds one of the cores. The current in the coil, when energized at the test voltage, is adjusted to the value specified in Table B.1 by means of a series resistor.

The thickness of the spacer is adjusted so that the coil current builds up from zero to 95 % of its full value within the limits shown in Figure 9. If the current curve falls below the minimum time limit, the cross section of the iron yoke is increased and if it falls above the maximum limit the cross section is reduced.

Dimensions in millimetres



IEC

Figure B.1 – Construction of load for DC contacts**Table B.1 – DC loads**

Coil construction					
Test voltage	Number of turns	Wire size	Approximate coil resistance	Current limit with series resistor	Wattage at test voltage
V		mm ²	Ω	A	W
125	7 000	0,52	74	1,1	138
250	14 000	0,26	295	0,55	138
600	33 400	0,10	1 680	0,20	120

Annex C (normative)

Special tests – Durability tests

C.1 General

C.1.1 Durability declaration

The special durability tests (see 8.2.4.3) described in Annex C are conducted in case the manufacturer declares a mechanical and/or electrical durability. The value shall correspond to the special tests described respectively in Clause C.2 and/or Clause C.3.

Both durability types apply to the complete control circuit device, and shall be expressed as a number of operating cycles (see C.2.1 and/or C.3.1).

The preferred numbers of operating cycles declared for any type of durability are the following: 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 – 1 – 3 – 10 – 30 or 100 million.

NOTE Mechanical durability can be declared based on experience with similar design.

C.1.2 Test procedures

C.1.2.1 General

Every test shall be performed under the general conditions stated in 9.3.2.1, and at a rate equal or higher than that declared by the manufacturer. The moving parts of the device shall reach their maximum operating positions in both directions.

The test results are verified by statistical analysis according to the single 8 (see C.1.2.2) or double 3 (see C.1.2.3) test methods.

NOTE The single 8 or double 3 test methods 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 testing a limited number of control circuit devices on the same statistical characteristics (acceptance level: 10 %). Other methods providing the 10 % acceptance level can be used.

C.1.2.2 Single 8 test

Eight control circuit devices shall be tested to the declared number of operating cycles.

If the number of failed devices does not exceed two, the test is considered passed.

C.1.2.3 Double 3 test

Three control circuit devices shall be tested to the declared number of operating cycles.

The test is considered passed if there is no failure, and failed if there is more than one failure. Should there be only one failure, then three additional control circuit devices are tested to the declared number of operating cycles and, providing there is no additional failure, the test is considered passed.

C.1.3 Failure criteria

During the tests described in C.2.2 and C.3.2, there shall be no electrical and/or mechanical failures. Following the tests, the switching element shall pass the dielectric test of 9.3.3.4 with a rated test voltage equal to $2 U_e$ with a minimum of 1 000 V.

Following the test, electromagnetically operated control switches shall pass the limits of operation of power operated equipment at 23 °C +/-5 °C ambient air temperature according to 8.2.1.2 of IEC 60947-1:2020.

C.2 Mechanical durability

C.2.1 General

The mechanical durability of a control circuit device is defined as the number of no-load operating cycles which will be attained or exceeded by 90 % of all devices tested without repair or replacement of any part.

C.2.2 Test procedures

Tests are carried out according to C.1.2.

During the test, the contacts shall be checked periodically at any voltage and current, selected by the manufacturer, and there shall be no failure (see C.1.3).

C.3 Electrical durability

C.3.1 General

The electrical durability of a control circuit device is defined as the number of on-load operating cycles which will be attained or exceeded by 90 % of all devices tested, without repair or replacement of any part.

C.3.2 Test procedures

C.3.2.1 General

Electrical durability tests are carried out by operating the device under the conditions defined in Figure C.1, in accordance with C.3.2.2 for alternating current or with C.3.2.3 for direct current.

Each mechanical operating cycle shall include an interruption of test current.

The ON-duration of current shall be not more than 50 % and not less than 10 % of an operating cycle. If the test circuit shown in Figure C.1 is used, the ON-duration of current at ten times I_e shall not cause overheating.

Alternatively, these tests may be performed on the actual load for which the control switch is intended.

Table C.1 – Making and breaking conditions for electrical durability

Kind of current	Utilization category	Make			Break		
Alternating	AC-15	I	U	$\cos \varphi$	I	U	$\cos \varphi$
		$10 I_e$	U_e	$0,7^a$	I_e	U_e	$0,4^a$
Direct ^b	DC-13	I	U	$T_{0,95}$	I	U	$T_{0,95}$
		I_e	U_e	$6 \times P^c$	I_e	U_e	$6 \times P^c$
I_e Rated operational current		I Current to be made or broken					
U_e Rated operational voltage		U Voltage					
$P = U_e \times I_e$ Steady-state power consumption, in W		$T_{0,95}$ Time to reach 95 % of the steady-state current, in milliseconds					
^a The power-factors indicated are conventional values and apply only to the test circuits which simulate the electrical characteristics of coil circuits. It should be noted that, for circuits with power-factor 0,4, shunt resistors are used in the test circuit to simulate the damping effect on the eddy current losses of the actual electromagnet.							
^b For DC electromagnetic loads provided with switching devices introducing an economy resistor, the rated operational current shall be at least equal to the maximum value of the inrush current.							
^c The value " $6 \times P$ " results from an empirical relationship which is found to represent most DC magnetic loads to an upper limit of $P = 50$ W, i.e. $6 \times P = 300$ ms. Loads having power consumption greater than 50 W are assumed to consist of smaller loads in parallel. Therefore, 300 ms is to be an upper value, irrespective of the power.							

C.3.2.2 AC tests

The circuit to be used shall be as shown in Figure C.1 below, comprising

- a making circuit, consisting of an air-cored inductor, in series with a resistor, having a power factor of 0,7 and drawing a current of $10 I_e$;
- a breaking circuit, consisting of an air-cored inductor in series with a resistor, the whole being in parallel with a resistor in which flows about 3 % of the breaking current I_e , so that the total power factor be of 0,4.

If the contact element has a bounce time less than 3 ms, the test may be made with the simplified circuit shown in Figure C.2.

The test report shall record which test circuit has been used.

C.3.2.3 DC tests

Circuits to be used shall consist of:

- a) an air-cored inductor in series with a resistor.

A resistor shall be connected across the complete test circuit to simulate the damping due to eddy currents; the resistance value shall be such that 1 % of the test current will pass through this resistor; or

- b) an iron-cored inductor, in series with a resistor, if required, to obtain a duration $T_{0,95}$ as indicated in Table C.1.

It shall be verified, by oscillograms, that the time to reach 95 % of the steady-state current is equal to the value given in Table C.1 ± 10 %, and the time to reach 63 % of the steady-state current is one-third of the value given in Table C.1 ± 20 %.

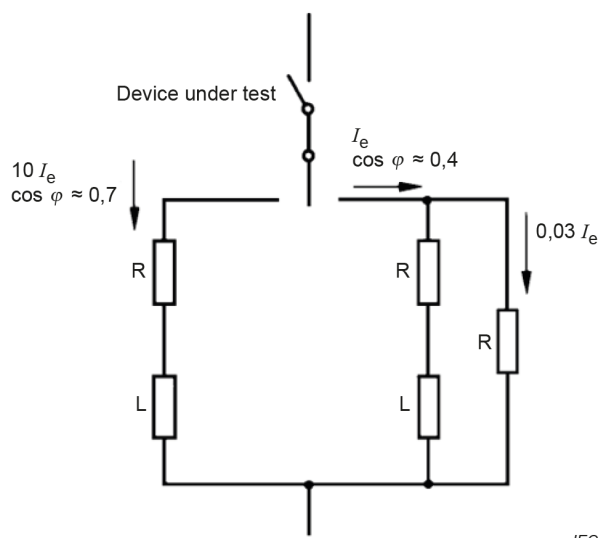


Figure C.1 – Normal circuit
(see C.3.2.2)

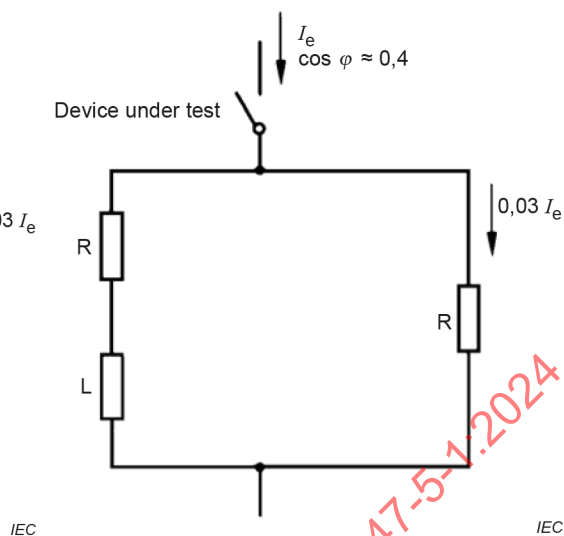


Figure C.2 – Simplified circuit
(see C.3.2.2)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-1:2024

Annex D (normative)

Additional requirements for reed contact magnetic switches

NOTE The numbering of Annex D is based on the numbering of the document.

D.1 General

Annex D applies to control circuit devices for industrial use incorporating reed contact switching elements operated by permanent magnets, solenoids or other magnetic sources. These devices shall also comply with the relevant requirements of this document. The object of Annex D is to state additional requirements for reed contact magnetic switches which are not contained in this document.

D.4 Classification

Clause 4 applies with the following addition.

Reed contact magnetic switches may also be classified following Clause 4 of IEC 60947-5-2:2019.

D.5 Characteristics

Clause 5 applies with the following modifications.

D.5.1.1 General

D.5.1.1.1 Operation of a reed contact magnetic switch

The output signal is determined by the presence or absence of a magnetic actuator which produces a change in a magnetic field within the sensing zone.

D.5.1.1.2 Operating distances of a reed contact magnetic switch

For reed contact magnetic switches with separate magnetic actuator, the rated operating distance s_n shall be stated by the manufacturer.

For coded magnetic switches, the assured operating distance s_{a0} and the assured release distance s_a shall also be stated by the manufacturer.

D.6 Product information

D.6.1 Nature of information

Subclause 6.1 applies with the following addition:

z) operating distances

For coded magnetic switches used in safety related applications, see also 9.2 of ISO 14119:2013.

D.7 Normal service, mounting and transport conditions

Clause 7 applies with the following modifications.

D.7.1.1 Ambient air temperature

Addition:

For reed contact proximity switches used in industrial machinery environment, 7.1.2.1 of IEC 60947-5-2:2019 applies.

NOTE For high-temperature use, 9.3.9 of IEC 62246-4:2023 and Annex D of IEC 62246-1-1:2018 can be considered.

D.7.1.3.1 Humidity

Addition:

For reed contact proximity switches used in industrial machinery environment, 7.1.4.1 of IEC 60947-5-2:2019 applies.

D.7.3 Mounting

Addition:

For reed contact proximity switches used in industrial machinery environment, 7.3 of IEC 60947-5-2:2019 applies.

For coded magnetic switches used in safety related applications, see the requirements for Type 4 interlocking devices in ISO 14119:2013.

D.8 Constructional and performance requirements

Clause 8 applies with the following modifications.

D.8.1.5 Actuator

Reed contact magnetic switches are tested for operation by the presence or absence of the magnetic actuator in front of the sensing face.

D.8.1.12 Degrees of protection of enclosed equipment

Subclause 8.1.12 applies with the following addition:

For reed contact proximity switches used in industrial machinery environment, 8.1.10 of IEC 60947-5-2:2019 applies.

For reed contact float switches, see also 9.10.3 of IEC 62246-4:2023.

D.8.2.1 Operating conditions

For the operating principles of sensing distances for reed contact magnetic switches using magnetic-actuators, ferromagnetic plates and liquids, see Annex C of IEC 62246-4:2023.

For un-coded magnetic switches used in safety related applications, see the requirements for Type 3 interlocking devices in IEC 60947-5-3:2013 and ISO 14119:2013.

D.9 Tests

D.9.2.1 General

Subclause 9.2.1 applies with the following addition:

Subclause 9.4.1 of IEC 60947-5-2:2019 can be applied for testing of operating distances.

NOTE In case the application of a reed contact magnetic switch determines additional requirements (e.g, high-temperature use) exceeding those specified in Annex D, see IEC 62246-4:2023.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-1:2024

Annex E (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 of this document, with the following additions:

Clause or subclause number of this document	Item
6.2.5	Relationship between the positions of the actuator of rotary switches and the associated contact element positions in the operating diagram (indication by the manufacturer)
6.2.6	Characteristics of the delay of time-delay contact elements with adjustable delay of contactors relays (indication by manufacturer)
K.7.1.1	Choice of connecting conductors for position switches with direct opening action
7.1.3.2	Pollution degree of the environment of the device, if different from pollution degree 3
9.3.1	Test sequences made on one sample only (at the manufacturer's request)
9.3.4.3	Conditional short-circuit current test: – adjustment of the test circuit if the prospective current is different from 1 000 A (to be specified by the manufacturer) – power factor of the test circuit less than 0,5 (with the manufacturer's consent)

Annex F (normative)

Class II control circuit devices – Requirements and tests

NOTE The numbering of Annex F is based on the numbering of the document.

F.1 General

Annex F specifies additional constructional and performance requirements and additional tests for class II control circuit devices or parts of devices in which insulation of class II according to IEC 61140 is achieved by encapsulation, double insulation or reinforced insulation.

F.6 Product information

F.6.2 Marking

Subclause 6.2 applies with the following addition.

Control devices according to Annex F shall be marked with the following symbol (IEC 60417-5172:2003-02):



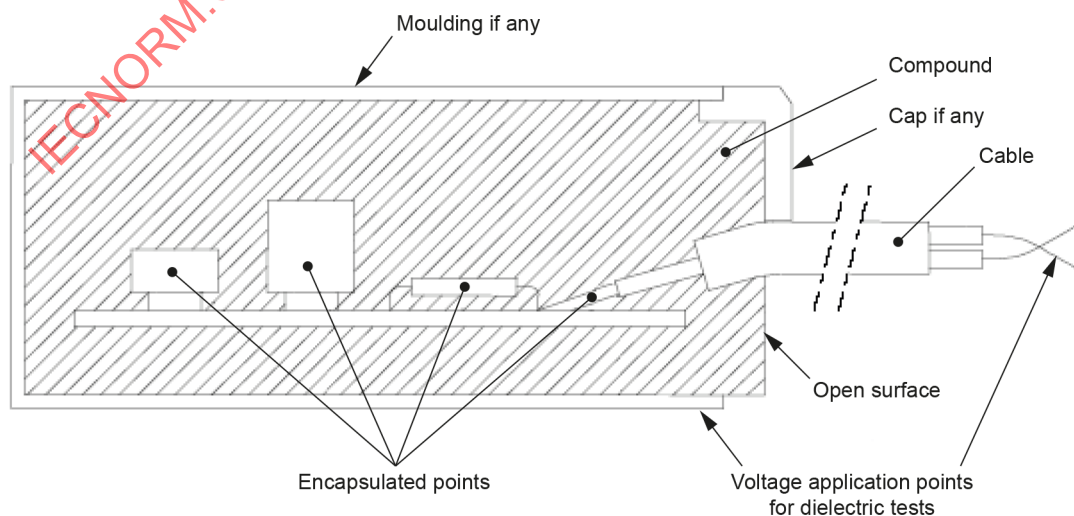
F.8 Constructional and functional requirements

F.8.1 Constructional requirements

F.8.1.1 General

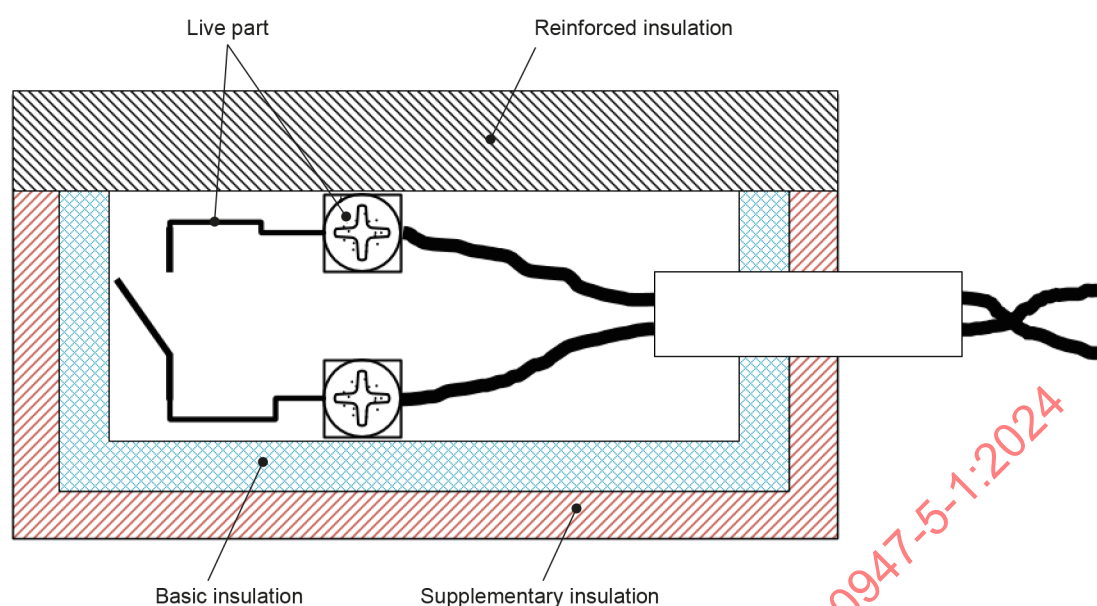
Class II control circuit devices offer increased protection against electric shock. This protection degree can be achieved by encapsulation, double or reinforced insulation.

EXAMPLE See Figure F.1 and Figure F.2.



IEC

Figure F.1 – Device insulated by encapsulation



IEC

Figure F.2 – Device insulated by double and reinforced insulation

F.8.1.2 Materials

F.8.1.2.1 Choice of compound

The compound shall be chosen so that the encapsulated control devices comply with the tests defined in Clause F.9.

F.8.1.2.2 Adhesion of the compound

The adhesion of the compound shall be sufficient to prevent the ingress of moisture between the compound and all encapsulated parts and to prevent movement of the encapsulated portion of the cable if any.

Compliance shall be verified by tests of F.9.1.2.5 and F.9.1.2.2.

F.8.1.4 Clearances and creepage distances

Clearances and creepage distances from all live parts that are not encapsulated to the touchable surfaces of the device shall meet the requirements of IEC 60947-1:2020, 8.1.4, under the following conditions.

With respect to the impulse withstand voltage, the clearance distances for double and reinforced insulation shall be determined one step higher than the rated impulse withstand voltage of the equipment in accordance with IEC 60947-1:2020, Table 13.

Creepage distances for double insulation shall be determined from the sum of the values for the basic insulation and the supplementary insulation given in IEC 60947-1:2020, Table 15, both of which form double insulation. Creepage distances for reinforced insulation shall be at least equal to twice the value given in IEC 60947-1:2020, Table 15, for U_i of the device.

F.8.2 Performance requirements

F.8.2.3 Dielectric properties

Subclause 8.2.3 applies with the following changes.

For the verification of the impulse withstand voltage, the test voltage U_{imp} shall be the next higher category of the maximum rated operational voltage in the first column of Table H.1 of IEC 60947-1:2020 for the stated overvoltage category.

For the verification of the power frequency withstand voltage, the test voltage shall be the sum of the voltage stated in Table 19 of IEC 60947-1:2020 plus 1 000 V.

F.9 Tests

F.9.1 Kind of tests

F.9.1.1 General

Subclause 9.1.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

F.9.1.2 Type test

F.9.1.2.1 Test sequence

The following sequence of six tests (F.9.1.2.2 to F.9.1.2.7) shall be applied to each of three samples in the specified order with the acceptance criteria defined in Table F.1.

- Test sequence VII (sample no. 7, 8, 9)
 - Test no. 1 – Dielectric tests in new conditions (F.9.1.2.2)
 - Test no. 2 – Cable tests, where applicable (F.9.1.2.3)
 - Test no. 3 – Rapid change of temperature test (F.9.1.2.4)
 - Test no. 4 – Impact test (F.9.1.2.5)
 - Test no. 5 – Damp heat test (F.9.1.2.6)
 - Test no. 6 – Dielectric test after stresses (F.9.1.2.7)

Table F.1 – Acceptance criteria for Annex F

Acceptance criteria	Description
FA	No breakdown of the insulation shall occur.
FB	After the test, no visible damage shall be observed. Small cracks of the compounds, if any (see Figure F.1) are acceptable after tests F.9.1.2.4, F.9.1.2.5 and F.9.1.2.6. They shall not impair the results of the final test of F.9.1.2.7.
FC	The results to be obtained shall be as stated in 9.3.3.4 with the addition that the leakage current shall not exceed 2 mA at 1,1 U_i .

F.9.1.2.2 Dielectric tests in new conditions

Subclause 9.3.3.4 of IEC 60947-1:2020 applies with the exception that the values of voltages specified in F.8.2.3 shall be applied between the stripped joined ends of the cable or the shorted terminals and any point of the surface (or metallic foil on the surface) of the device.

Acceptance criterion FA of Table F.1 applies.

F.9.1.2.3 Cable tests

Control circuit devices provided with integrally connected cables shall be tested according to the requirements given in Annex G.

F.9.1.2.4 Rapid change of temperature test

Test Na shall be performed in accordance with IEC 60068-2-14:2023 with the following values:

- T_A and T_B are the minimum and the maximum temperatures stated in 7.1.1 of IEC 60947-1:2020;
- transition time t_2 : 2 min to 3 min;
- number of cycles: 5;
- exposure time t_1 : 3 h.

Acceptance criterion FB of Table F.1 applies.

The recovery shall be made in the normal atmospheric conditions for 3 h minimum.

F.9.1.2.5 Impact test

The test is performed as follows (see Figure F.3). The sample is placed on a rigid support.

Three impacts of 0,5 J shall be applied near the centre of the largest surface or the longest axis (for cylindrical shape) of the device.

The impacts are provided by dropping a steel ball of 0,25 kg from a height of 0,20 m.

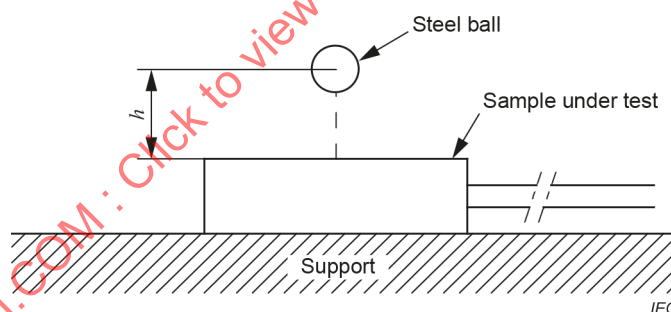


Figure F.3 – Test apparatus

The support is considered sufficiently rigid if its displacement under the impact energy is lower than 0,1 mm.

Alternative test methods described in IEC 60068-2-75:2014 can be applied for the impact of 0,5 J.

Acceptance criterion FB of Table F.1 applies. In case a mechanical impact immunity higher than IK04 is claimed according to IEC 62262:2002, the same acceptance criteria shall apply.

F.9.1.2.6 Damp heat test**F.9.1.2.6.1 Cyclic damp heat for class II achieved by encapsulation**

The test Db shall be performed according to IEC 60068-2-30:2005 with the following values:

- upper temperature: 55 °C;
- number of cycles: 6.

The test report shall state which variant is applied: variant 1 or variant 2.

Alternatively, test method described in F.9.1.2.6.2 can be applied.

Acceptance criterion FB of Table F.1 applies.

F.9.1.2.6.2 Damp heat for class II achieved by double insulation and/or reinforced insulation

The test Cab shall be performed according to IEC 60068-2-78:2012 with the following values:

- temperature: (40 ± 2) °C;
- relative humidity: (93 ± 3) % RH;
- test duration: 48 h.

Acceptance criterion FB of Table F.1 applies.

F.9.1.2.7 Dielectric test after stresses

Following test F.9.1.2.6, the dielectric properties shall be checked by repeating tests specified in F.9.1.2.2. The verification of the dielectric properties shall be started at the latest 3 min after the end of test F.9.1.2.6.

Acceptance criterion FC of Table F.1 applies.

Annex G (normative)

Additional requirements for control circuit devices with integrally connected cables

NOTE The numbering of Annex G is based on the numbering of the document.

G.1 General

Annex G gives additional requirements applying to control circuit devices with integrally connected cables for electrical connection to other equipment and/or to the power source.

The cable integrally connected to such control circuit devices is not considered replaceable by the user. Annex G states the constructional and performance requirements for the cable, the cable anchorage and the cable entrance seal.

G.8 Constructional and performance requirements

G.8.1 Constructional requirements

G.8.1.1 Cable material

The control circuit device shall be provided with flexible cable of appropriate voltage, current and temperature rating and environmental condition.

NOTE The length of cable provided can be specified in the relevant product standard.

G.8.1.2 Cable anchorage

The cable anchorage shall be such that a force being applied to the cable is not transmitted to electrical connections integral to the device.

Movement of the cable into or out of the control circuit device shall not cause damage to the cable connection or to the internal parts of the device.

G.8.1.3 Cable entrance sealing means

A sealing means shall be provided at the cable entrance to the control circuit device suitable for the degree of protection specified for the device (see Annex C of IEC 60947-1:2020).

NOTE The sealing means can be inherent in the device encapsulation.

G.8.2 Performance requirements

The cable and the cable entrance sealing means shall be capable of withstanding the tests given in Clause G.9.

G.9 Tests

G.9.1 Kind of tests

G.9.1.1 General

Subclause 9.1.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

G.9.1.2 Type tests

G.9.1.2.1 General

The purpose of these tests is to ensure integrity of the cable anchorage during handling and installation.

The following sequence of four tests shall be performed on a representative sample in the specified order:

- Test sequence VIII (sample no. 10)
 - Test no. 1 – Pull-out test (G.9.1.2.2)
 - Test no. 2 – Torque test (G.9.1.2.3)
 - Test no. 3 – Push test (G.9.1.2.4)
 - Test no. 4 – Bend test (G.9.1.2.5)

The control circuit device shall be installed according to manufacturer instructions. Once installed, the control circuit device and the cable should be fixed relative to each other.

G.9.1.2.2 Pull-out test

The cable shall be subjected to a steady pull along the axis of the cable entry, applied to the insulating jacket of the cable for a duration of 1 min. The tensile force applied shall be the corresponding minimum value of Table G.3 based on the wire cross section and the number of conductors in the cable.

Typical material characteristics are given in Table G.1. Table G.2 gives some examples of usual cross section and outside diameter values.

NOTE The force values for the pull-out test are based on the industrial copper requirements by acceptable elongation of 1 % and a tensile strength of 100 N/mm² as stated in Table G.1.

Table G.1 – Material characteristics (informative)

Material	Performance	Value
Copper (soft/unalloyed)	Tensile strength	200 N/mm ² – 250 N/mm ² (MPa)
	Yield strength	40 N/mm ² – 80 N/mm ²
	Elongation at break	> 40 %
Copper (at cold deformation)	Tensile strength	min. 350 N/mm ²
	Yield strength	min. 320 N/mm ²
	Elongation at break	< 5 %
Pure copper (electrolytic 99,9 %)	Tensile strength	220 N/mm ²
Copper (industrial)	Tensile strength (1 % elongation)	120 N/mm ² – 180 N/mm ²
ETP1 copper (usual in cable)	Tensile strength	240 N/mm ²
Aluminium	Tensile strength	45 N/mm ²
Commercial steel	Tensile strength	880 N/mm ²

Table G.2 – Examples of standard cable types (informative)

No. of terminals	Cross section (mm ²)	Outside diameter (mm)
2	0,09	1,9
3	0,09	2,2
2	0,09	2,2
4	0,08	2,6
3	0,14	2,9
3	0,25	3,7
2	0,25	3,7
3	0,25	4,5

Table G.3 – Tensile forces

No. of conductors	Single cross section (mm ²)	Total cross section (mm ²)	Limit value CU (N/mm ²)	Tensile force calculated (N)	Minimum tensile force (N)
2	0,14	0,28	100	28	28
3		0,42		42	42
4		0,56		56	56
12		1,68		168	90 ^a /160 ^b
2	0,18	0,36	100	36	36
3		0,54		54	54
4		0,72		72	72
8		1,44		144	90 ^b /144
2	0,20	0,40	100	40	40
3		0,60		60	60
4		0,80		80	80
3	0,25	0,75	100	75	75
4		1,00		100	90 ^a /100
5		1,25		125	90 ^a /125
7		1,75		175	90 ^a /160 ^b
8		2,00		200	90 ^a /160 ^b
3	0,34	1,02	100	102	90 ^a /102
4		1,36		136	90 ^a /136
5		1,70		170	90 ^a /160 ^b
8		2,72		272	90 ^a /160 ^b
2	0,50	1,00	100	100	90 ^a /100
3		1,50		150	90 ^a /150
4		2,00		200	90 ^a /160 ^b
5		2,50		250	90 ^a /160 ^b

No. of conductors	Single cross section (mm ²)	Total cross section (mm ²)	Limit value CU (N/mm ²)	Tensile force calculated (N)	Minimum tensile force (N)
2	0,75	1,50	100	150	90 ^a /150
3		2,25		225	90 ^a /160 ^b
4		3,00		300	90 ^a /160 ^b
5		3,75		375	90 ^a /160 ^b
A shield shall be considered as an additional conductor with similar single cross section in the calculation according to this table for tensile forces in case it is fixed with the enclosures and possesses strain relief properties.					
NOTE These values are valid for industrial environment.					
^a Only for devices with safety extra low voltage (SELV). ^b Tensile force limitation: $F_{\max} = 160 \text{ N}$.					

G.9.1.2.3 Torque test

The cable shall be subjected to a torque of 0,1 N·m or limited to the value giving an angle of torque of 360°. The torque shall be applied clockwise for 1 min and then counter-clockwise for 1 min, to the cable at a distance of 100 mm from the control circuit device entrance.

G.9.1.2.4 Push test

The push force shall be applied along the axis of the cable as close as possible to the cable entrance.

The force is increased slowly to 20 N. The force shall be applied for 1 min for each time and with 1 min pause between applications. A minimum of three applications shall be made on the same unit.

After the tests, no visible damage of the cable entrance sealing means and no displacement of the cable shall be observed.

G.9.1.2.5 Bend test

The cable shall be loaded and bent in the following manner:

- suspend a 3 kg mass by attaching it to the cable, 1 m from the cable entrance and with the axis of the cable entrance vertical;
- tilt the control circuit device 90° to cause a 90° bend in the cable, maintaining that position for 1 min;
- tilt the control circuit device 90° in the opposite direction relative to vertical so as to cause an opposite 90° bend in the cable, maintaining the position for a duration of 1 min.

G.9.1.2.6 Results to be obtained

There shall be no damage to the cable, cable sealing means, cable entrance or the electrical connecting means of the control circuit device. This will be verified by visual examination, verification of compliance with the stated IP designation and a test of the electrical function.

Annex H (normative)

Additional requirements for semiconductor switching elements for control circuit devices

NOTE The numbering of Annex H is based on the numbering of the document.

H.1 General

Annex H applies to control circuit devices with semiconductor switching elements for controlling, signalling, interlocking, etc. switchgear and controlgear. These devices shall also comply with the relevant requirements of this document.

Annex H does not apply to SDCI port without switching element function.

The object of Annex H is to state additional requirements for semiconductor switching elements which are not contained in this document.

H.4 Classification

H.4.1 Semiconductor switching elements

Semiconductor switching elements may be classified as follows:

- 1) utilization categories (see 5.4 and H.5.4);
- 2) electrical ratings based on utilization categories (see Annex A).

H.5 Characteristics

H.5.3 Rated and limiting values for semiconductor switching elements

H.5.3.1 General

Subclause 5.3.1 applies.

H.5.3.2 Rated voltages

H.5.3.2.1 General

A semiconductor switching element is defined by the rated voltages described in H.5.3.2.2 to H.5.3.2.5.

H.5.3.2.2 Rated operational voltage (U_o)

Subclause 5.3.2.2 applies.

H.5.3.2.3 Rated insulation voltage (U_i)

Subclause 5.3.2.3 applies.

H.5.3.2.4 Rated impulse withstand voltage (U_{imp})

Subclause 5.3.2.4 applies.

H.5.3.2.5 Operational voltage (U_B)

The operational voltage may be stated as a single value or as a range. When it is stated as a range, it shall include all the tolerances of U_e and shall be designated U_B . The relationship between U_e and U_B is shown in Figure H.1.

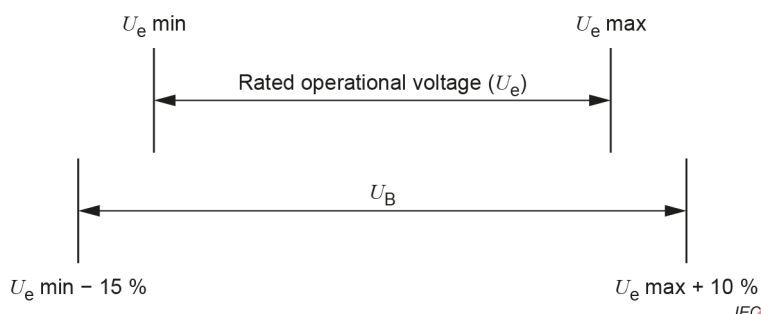


Figure H.1 – Relationship between U_e and U_B

H.5.4 Utilization categories

Subclause 5.4 applies.

H.6 Product information

H.6.1 Nature of information

Subclause 6.1 applies with the following addition:

The basic rated values and utilization are as follows:

- voltage drop (see H.8.2.6.1);
- minimum operational current (see H.8.2.6.2);
- OFF-state current (see H.8.2.6.3);
- making and breaking capacities (see H.8.2.4.1);
- conditional short-circuit current (see H.8.2.5);
- electromagnetic compatibility, EMC (see H.8.3).

H.8 Constructional and performance requirements

H.8.2 Performance requirements

Subclause 8.2 applies with the following additions:

H.8.2.4 Ability to make under abnormal and normal conditions

H.8.2.4.1 Making and breaking capacities

Subclause 5.3.6 and Subclause 8.2.4.1 apply.

H.8.2.5 Conditional short-circuit current

The switching element shall withstand the stresses resulting from short-circuit currents under the conditions specified in H.9.3.4.

H.8.2.6 Characteristic values

H.8.2.6.1 Voltage drop (U_d)

The voltage drop, measured across the switching element in the conductive mode, shall be stated by the manufacturer and verified according to H.9.3.3.6.1.

H.8.2.6.2 Minimum operational current (I_m)

The minimum operational current shall be stated by the manufacturer and verified according to H.9.3.3.6.2.

In Table A.2, the minimum operational currents are specified for the ratings shown.

H.8.2.6.3 OFF-state current (I_r)

The maximum current (I_r) which flows through the load in the OFF-state shall be in accordance with the values given in Table A.2 and Table A.3, unless otherwise specified in the relevant product standard. The OFF-state current shall be verified according to H.9.3.3.6.3.

H.8.3 Electromagnetic compatibility (EMC)

Subclause 8.3 applies.

H.9 Tests

H.9.1.2 Type tests

Subclause 9.1.2 applies with the following additions and/or modifications:

The test circuit and test procedure for test sequence IV is given in H.9.3.4.

The test sequence given in H.9.3.1 applies additionally.

H.9.3 Performance

H.9.3.1 Test sequences

Subclause 9.3.1 applies with the following addition:

- Test sequence IX (sample no. 11)
 - Test no. 1 – Voltage drop (H.9.3.3.6.1)
 - Test no. 2 – Minimum operational current (H.9.3.3.6.2)
 - Test no. 3 – OFF-state current (H.9.3.3.6.3)

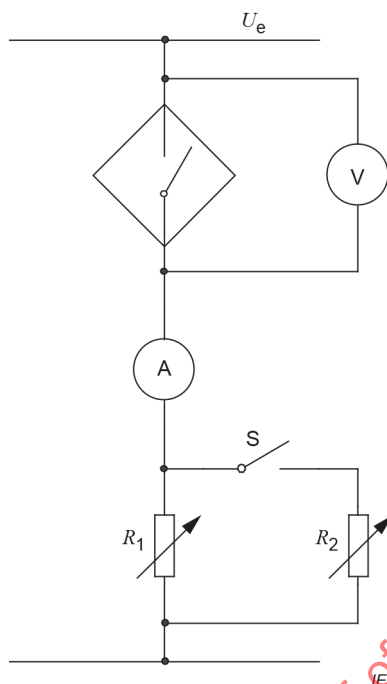
H.9.3.3 Performance under no-load, normal load and abnormal load conditions

H.9.3.3.6 Verification of characteristic values

H.9.3.3.6.1 Voltage drop (U_d)

The voltage drop is measured across the active output of the switching element in the ON state and carrying the current range of I_m and I_e at an ambient temperature of $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ and at the rated frequency. The measurement is performed with the circuit in Figure H.2, with the switch S closed. The loads shall be resistive and R_2 is adjusted to obtain the test current with the supply voltage U_e .

The measured voltage drop shall not exceed the value specified in H.8.2.6.1.



Key

R_1, R_2 resistive load

V high impedance voltmeter, 0,2 M Ω /V

A ammeter

S switch

RMS for AC and average for DC.

Figure H.2 – Example of test circuit for the verification of voltage drop, minimum operational current and OFF-state current

H.9.3.3.6.2 Minimum operational current (I_m)

The test is performed with the switching element connected to a test circuit shown in Figure H.2. With supply voltage (U_e), the switch open and the switching element in ON-state conduction, the resistive load R_1 is adjusted to obtain the current I_m . The measured value shall be according to H.8.2.6.2.

H.9.3.3.6.3 OFF-state current (I_r)

With the circuit in Figure H.2, and the S switch closed, the load R_2 is adjusted to obtain the rated operational current (I_e) when the highest supply voltage (U_e) is connected to the circuit. The switching element is then turned off and the OFF-state current is measured. The current shall be according to H.8.2.6.3.

H.9.3.4 Performance under short-circuit current conditions

H.9.3.4.1 Test circuit and test procedure

A new switching element shall be mounted as in service, in free air, and connected to the test circuit using a 2 m total length cable suitable for the operational current of the switching element (see Figure H.3).

The short-circuit protective device (SCPD) shall be of the type and rating stated by the manufacturer. This SCPD shall be omitted if the switching element is integrally protected against short-circuit.

The load R is selected so that the current flowing through the switching element is equal to its rated operational current at the rated operational voltage (U_e). The supply S shall be adjusted to a prospective short-circuit current of 1 000 A, or another value if stated by the manufacturer but not less than 100 A (see 9.3.4.3), at the rated operational voltage (U_e). The open circuit voltage shall be 1,1 times the maximum rated operational voltage of the switching element. The SC switch connected in parallel with load R is fitted to initiate the short circuit.

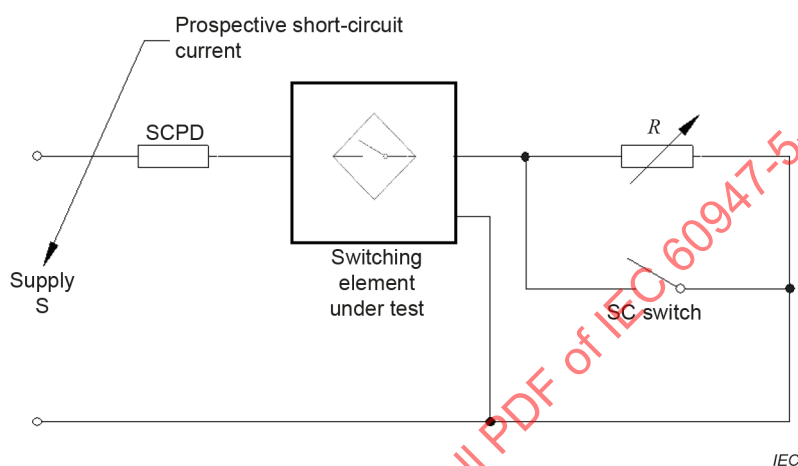


Figure H.3 – Short-circuit testing

The test shall be performed three times by randomly closing the "SC" switch. The test current is maintained until the SCPD operates or in the case of self-protecting elements, for 30 min. After each test the SCPD shall be replaced or reset. The interval between each of the three tests shall be not less than 3 min. The actual time between tests shall be stated in the test report.

H.9.3.4.2 Condition of the switching element after the test

Subclause 9.3.4.4 applies.

H.9.4 Verification of electromagnetic compatibility

H.9.4.1 General

Subclause 9.4.1 applies with the following addition:

The tests shall be performed:

- a) with the switching element in the ON-state;
- b) with the switching element in the OFF-state.

H.9.4.2 Immunity

Subclause 9.4.2 applies with the following additions:

H.9.4.2.4 Surges

Subclause 9.4.2.4 applies with the following additions:

The switching element is powered during the test.

After the test, the OFF-state current of the semiconductor switching element shall be verified according to H.9.3.3.6.3.

NOTE 1 When all immunity tests are conducted on the same sample, the OFF-state current test can also be applied after the last immunity test.

NOTE 2 For devices already type-tested according to IEC 60947-5-1:2016 or earlier editions, a retesting including the power frequency test is not necessary.

H.9.4.3 Emission

Subclause 9.4.3 applies with the following addition:

The test shall be performed under worst case conditions.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-1:2024

Annex I
(informative)

Void.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-1:2024

Annex J (normative)

Special requirements for indicator lights, indicating towers and audible signalling devices

NOTE The numbering of Annex J is based on the numbering of the document.

J.1 General

Annex J applies to indicator lights, indicating towers and audible signalling devices, which shall also comply with the relevant requirements of this document.

NOTE Each of these devices can include one or more functions.

Annex J gives additional requirements for these devices, together with definitions and terms useful for stating the required characteristics of design and performance.

J.4 Classification

Indicator lights may be classified by:

- the rated electrical power;
- the colour;
- the fixing hole diameter;
- the means of connection;
- the nature of the current applied and its frequency, if any (for example lights with built-in transformers);
- the type of lamp socket;
- the nature of light source (for example: filament lamp, LED).

J.5 Characteristics

J.5.1 Rated operational voltage of an indicator light

A value of voltage, assigned by the manufacturer which determines the application of the indicator light.

J.5.2 Rated thermal power of an indicator light

The maximum lamp power which an indicator light is designed to tolerate under conditions specified for the temperature-rise test.

NOTE As the power of the light has an effect on the temperature-rise, it can be useful to limit the power according to the mounting conditions; the manufacturer of the indicator light can assign two values of rated power (see J.9.3.3.3):

- the rated power of the light for mounting on a steel plate;
- the rated power of the light for mounting in an insulating enclosure.

J.5.3 Rated values of the lamp

Rated value of the lamp(s) indicated by the manufacturer and with which the indicator light operates without attaining temperatures likely to damage its parts.

NOTE 1 Rated power and voltage can be indicated by a type designation.

NOTE 2 It is assumed that a lamp does not dissipate a power higher than its rated power at its rated voltage.

J.5.4 Rated voltage for the audible function

A value of voltage, assigned by the manufacturer which determines the application of the audible function.

J.6 Product information

The applicable requirements are as follows.

- a) 6.1 a).
- b) 6.1 b).
- c) The following markings shall appear on the indicator light:
 - rated voltage of the indicator light;
 - rated voltage of the lamp (if different from the rated voltage of the indicator light);
 - rated power of the lamp or its type designation, or rated current for a LED.
- d) In case of audible function, the following information shall be given by the manufacturer:
 - rated voltage for the audible function;
 - A-weighted sound-pressure level in dB(A) at 10 cm or 1 m for panel-mounted audible devices;
 - A-weighted sound-pressure level in dB(A) at 1 m for audible devices other than panel-mounted audible devices.

Fast or slow time weightings shall be used for audio measurements.

NOTE 1 Information on A-weighting of the sound pressure level can be found in IEC 61672-1.

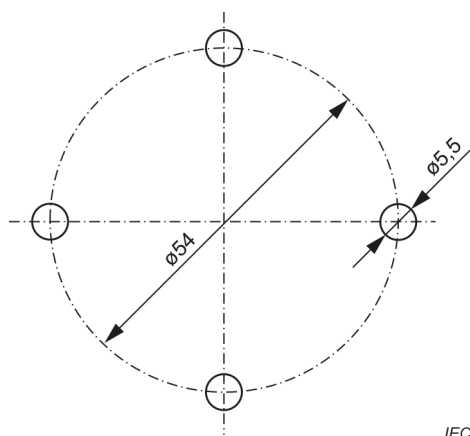
NOTE 2 The user of the acoustic signalling device ensures that the sound pressure level is adequate for the application and that no hearing damage is caused.

J.7 Normal service, mounting and transport conditions

There are no supplementary requirements.

The following mounting dimensions for the indicating tower socket are recommended (see Figure J.1).

Dimensions in millimetres



IEC

Figure J.1 – Mounting dimensions for indicating tower socket

J.8 Constructional and performance requirements

Clause 8 applies with the following additions:

J.8.1.13 Indicator lights with built-in transformers

The transformer shall have separate windings.

It is assumed that this condition is fulfilled if the indicator light passes the test described in 9.3.3.4.1.

J.8.2.1.2 Limits of operation

The limiting value of the supply voltage at the terminals of the indicator light shall be 1,1 times the rated operational voltage. This requirement is verified only for indicator lights with built-in transformer according to J.9.3.4.

J.8.2.5.1 Short-circuit durability of built-in transformer

The transformer shall be able to withstand permanently the short-circuit of its secondary winding. It is assumed that this condition is fulfilled if the indicator light passes the test described in J.9.3.3.3.

J.9 Tests

J.9.3 Performance tests for indicator lights and indicating towers

J.9.3.1 General

The tests are type tests. No additional test (routine test or special test) is prescribed in Annex J.

The test samples shall be mounted in accordance with the test instructions.

J.9.3.2 Test sequences

- Test sequence X (sample no. 12)
 - Test no. 1 – Temperature-rise test (J.9.3.3.3)
 - Test no. 2 – Dielectric tests (J.9.3.3.4)
- Test sequence XI (sample no. 13)
 - Test no. 1 – Short-circuit test (on built-in transformers), if applicable (J.9.3.4)
- Test sequence XII (sample no. 14)
 - Test no. 1 – Shock (J.9.4.2.2)
 - Test no. 2 – Vibration (J.9.4.2.3)
- Test sequence XIII (sample no. 15)
 - Test no. 1 – Degree of protection for indicating towers (J.9.5)

J.9.3.3 Tests requirements

J.9.3.3.3 Temperature-rise tests

The temperature-rise tests shall be conducted as follows.

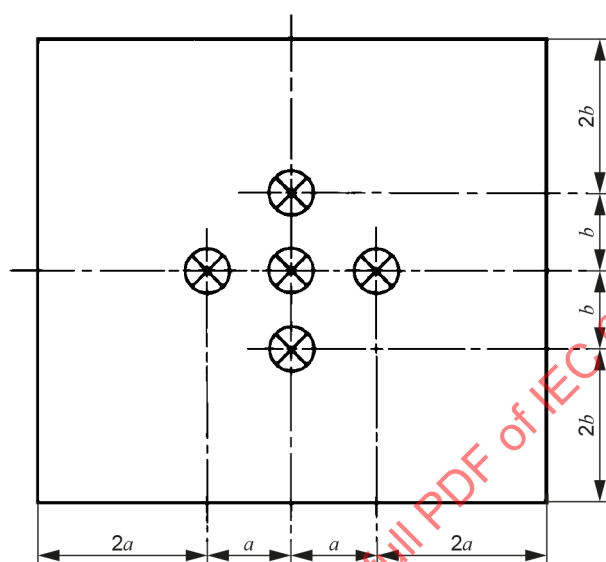
- a) If the indicator light has the same rated thermal power (see J.5.2) regardless of mounting conditions, a single test is made in an insulated enclosure.

b) If the rated thermal power (see J.5.2) is dependent on the mounting conditions, two tests are made:

- on a steel plate, and
- in an insulated enclosure.

c) Mounting on a steel plate:

Five indicator lights fitted with green lenses are fixed in accordance with Figure J.2 on a steel plate 2 mm thick, painted mat black.



IEC

Figure J.2 – Mounting dimensions for temperature-rise tests

Dimensions a and b are:

- for indicator lights forming an integral part of a push-button range: in accordance with 7.3.2.4;
- for other indicator lights: as stated by the manufacturer, but the values used shall be recorded in the test report.

The indicator lights are fitted with lamps as stated by the manufacturer and, if any, with built-in devices such as transformers, resistances, etc. The conductor sizes shall be as specified in 9.3.3.3.

The plate is located vertically on a table and the indicator lights are supplied at their rated voltage. The duration of the test shall be such that a steady-state temperature is reached.

d) Mounting in an insulating enclosure:

The test described in c) is carried out again with the indicator lights mounted into an enclosure of insulating material, such as bakelite-coated paper 2 mm thick, the front face of which has the same dimensions as the steel plate and the depth of which is 110 mm. The indicator lights are fitted with lamps and mounted as stated by the manufacturer for this type of use; they are supplied at their rated operational voltage.

The duration of the test shall be such that a steady-state temperature is reached.

e) Results to be obtained:

At the end of each of the tests described in c) and d) the temperatures are measured:

- on the body of the indicator light;
- on the terminals;
- on the accessible part of the lens.

- f) For indicating towers, an arrangement of five visual signalling units, or the maximum number stated by the manufacturer shall be mounted in a vertical position. The upper three signalling units, or the maximum number stated by the manufacturer if greater than three, shall be equipped with the maximum power lamp of signalling units as stated by the manufacturer and powered at the rated voltage. After the steady state temperature is reached, the temperature shall be measured on top of the tower and on the lens of the centre element of the complete tower.

None of the corresponding temperature-rises shall exceed the limits referred to in 8.2.2 of IEC 60947-1:2020.

The recovery shall be performed in normal atmospheric conditions sustained for a minimum of 3 h.

J.9.3.3.4 Dielectric tests

Subclause 9.3.3.4 applies with the following addition:

J.9.3.3.4.5 Indicator lights with built-in transformers

Two additional dielectric tests shall be made, the duration of each being 1 min:

- between the primary and secondary windings of the transformer with the test voltage value specified in 9.3.3.4;
- between the secondary windings of the transformer and the frame of the indicator light with a test voltage value of 1 000 V.

J.9.3.4 Short-circuit test (on built-in transformers, if any)

The test shall be made under the following conditions:

- primary voltage: $1,1 \times U_e$;
- ambient air temperature: $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
- duration of the test: 1 h.

The transformer shall be short-circuited by a conductor of negligible impedance.

After the test and after cooling to ambient temperature, the transformer shall withstand the dielectric test defined in J.9.3.3.4.5.

J.9.4 Shock and vibration

J.9.4.1 General

Tests for shock and vibration shall be carried out for indicating towers only. Indicator lights are not considered to be tested.

J.9.4.2 Direct mounting

J.9.4.2.1 General

An indicating tower with five signalling units shall be mounted as stated by the manufacturer without extension poles and the upper three units powered at the rated voltage.

The tests shall be performed as follows.

J.9.4.2.2 Shock

In accordance with IEC 60068-2-27 with the following conditions.

Six shocks applied in each direction along three mutually perpendicular axes (a total of 36 shocks):

- pulse shape: half-sine;
- peak acceleration: 15 g_n ;
- duration of the pulse: 11 ms.

J.9.4.2.3 Vibration

In accordance with IEC 60068-2-6 with the following conditions, along three mutually perpendicular axes:

- frequency range: 10 Hz to 55 Hz;
- amplitude: 0,5 mm;
- sweep cycle duration: 5 min;
- duration at resonant frequency or at 55 Hz: 30 min in each of the three axes (90 min in total).

J.9.4.3 Indirect support mounting

If the product literature includes other allowable mounting conditions (e.g. pole mounting), the manufacturer shall state the severity level for shock and vibration tests at which the requirements of J.9.4.4 are met.

J.9.4.4 Results to be obtained

After the tests, no visible damage shall be observed and the signalling shall not be impaired; dielectric verification shall be made according to J.9.3.3.4.

NOTE For devices already type-tested according to IEC 60947-5-1:2016 or earlier editions, a retesting including the power frequency test is not necessary.

J.9.5 Degree of protection for indicating towers

If the manufacturer declares a degree of protection, the test shall be conducted according to Annex C of IEC 60947-1:2020 with all removable parts equipped as in normal service.

Annex K (normative)

Special requirements for control switches with direct opening action

NOTE The numbering of Annex K is based on the numbering of the document.

K.1 General

Annex K is applicable to control switches with direct opening action.

All control switches with direct opening action shall also comply with the relevant requirements of this document and, where applicable, to those given in Annex F, Annex G, Annex H and/or Annex J.

Annex K gives additional requirements applicable to control switches with direct opening action, together with definitions and terms useful for stating the required characteristics of design and performance.

K.4 Classification

There are two types of control switches with direct opening action:

- Type 1: Having one contact element only, this contact element is a direct opening break-contact element.
- Type 2: Having one or more break-contact elements, and possibly, one or more make-contact elements and/or one or more change-over contact elements. All break-contact elements including the break part of change-over contact elements shall be direct opening break-contact elements.

K.5 Characteristics

The following additional characteristics apply.

K.5.3.2.3 Rated insulation voltage

The minimum value of the rated insulation voltage of the contact elements shall be 250 V.

K.5.3.3.2 Conventional free air thermal current

The minimum value of the conventional free air thermal current of the contact elements shall be 2,5 A.

K.5.4 Utilization categories for switching elements

The utilization categories shall be AC-15 and/or DC-13.

In addition to AC-15 and/or DC-13, other utilization categories according to Table 1 (e.g. AC-14 or DC-12) are permitted.

K.6 Product information

Clause 6 is applicable with the following additions.

K.6.2 Marking

K.6.2.7 Direct opening action

Every contact element with direct opening action shall be indelibly and legibly marked on the outside by the symbol  (IEC 60617-S00226:2001-07).

K.6.2.8 Electrical separation for change-over contact elements

Change-over contact elements with four terminals shall be indelibly and legibly marked with the relevant form Za or Zb as stated in Figure 3.

K.6.5 Additional information

K.6.5.1 Actuator travel and operating force

The manufacturer shall state the following:

- a) the minimum direct opening travel;
- b) the minimum force required to achieve direct opening action of all break contacts;
- c) the maximum travel including travel beyond the minimum travel position (i.e. including over-travel);
- d) for limit switches only, the maximum speed of actuation;
- e) for limit switches only, the maximum frequency of actuation.

These statements shall appear in the marking or on the circuit diagram or in other documents published by the manufacturers.

NOTE 1 See also K.8.1.5.7.

NOTE 2 Type 2 control switches can open with less travel than the direct opening travel stated by the manufacturer.

K.6.5.2 Short-circuit protection

The type of short-circuit protective device shall be stated either as marking on the switch or in the installation instructions.

K.7 Normal service, mounting and transport conditions

Clause 7 applies, with the following additions.

K.7.1.1 Ambient air temperature

Subclause 7.1.1 of IEC 60947-1:2020 applies, except for position switches with direct opening action, for which the upper and lower limits of temperature are respectively +70 °C and –25 °C, and the average temperature, measured over a period of 24 h, does not exceed +35 °C.

NOTE The choice of the connecting conductors can, if applicable, be subject to agreement between manufacturer and user (see footnote b of Table 2 of IEC 60947-1:2020).

K.8 Constructional and performance requirements

Clause 8 applies with the following additions.

K.8.1 Constructional requirements

K.8.1.5 Actuator

K.8.1.5.6 Robustness of the actuating system

In order to have sufficient robustness, the actuating system shall pass the test described in K.9.3.7.

K.8.1.5.7 Actuator travel indication

In order to facilitate the setting up of the switch actuator in relation to the external operating means, for example a cam, the switch may include means for indicating the minimum travel of the actuator required to ensure direct opening action, for example by the provision of a mark on the actuator plunger.

K.8.1.9 Requirements for the opening action

K.8.1.9.1 Directness of opening action

A control switch with direct opening action shall pass the tests described in K.9.3.4, K.9.3.5 (in the case of a position switch with a direct opening action) and K.9.3.7 without any deformation that would reduce the impulse voltage withstand across the contact gap.

K.8.1.9.2 Automatic opening of cable operated control switches

Cable operated control switches with direct opening action shall return automatically to the open position in case of failure of the cable or its anchorage.

K.8.1.9.3 Conditions for direct opening action (see 3.6.10 of IEC 60947-1:2020)

For parts of the travel that separates the contacts, there shall be a positive drive with no resilient member (for example springs) between the moving contacts and the point of the actuator to which the actuating force is applied.

K.8.1.9.4 Contact element types

Control switches with direct opening action may be provided with snap action or dependent action contact elements.

The break-contact elements shall be electrically separated from each other and from the operating make-contact elements.

When the control switch has form C or form Za change-over contact elements (see Figure 3 c) and Figure 3 d)), and when its break-contact is used as direct opening contact, the make-contact shall not be connected to a control circuit. In the case of form Zb change-over contact elements, and when its break-contact is used as direct opening contact, the make-contact may be connected to a control circuit.

K.9 Tests

K.9.1 General

Clause 9 applies with the additions stated in K.9.3. In addition to that, the durability of the contact element shall be stated according to Annex C.

K.9.3 Performance

K.9.3.1 Test sequences

Subclause 9.3.1 applies with the following additions:

- Test sequence XIV (sample no. 16) – Mechanical operation of position switches with direct opening action.
Test no. 1 – Mechanical operation at limits of temperature (see K.9.3.5).
Test no. 2 – Verification of direct opening action (see K.9.3.6).
- Test sequence XV (sample no. 17)
Test no. 1 – Verification of robustness of the actuating system (see K.9.3.7).

K.9.3.4 Performance under conditional short-circuit current

Subclause 9.3.4 applies with the following additions.

K.9.3.4.2 Verification of conditional short-circuit current

The test shall be made as stated in 9.3.4.2, except that the current is made by a direct opening contact element and not by the additional switching device and the test is made on the device by making the current three times by the same contact element in a single phase circuit.

For type 2 control switches, the contact element shall be chosen at random.

K.9.3.4.4 Condition of the switching element after the test

K.9.3.4.4.1 Operation ability after the test

After each test, the opening contact element shall open by the application of the force stated by the manufacturer through the direct opening travel (see items a) and b) of K.6.5.1).

The open position of the contact element shall be verified by the application of an impulse test voltage of 2 500 V across the contact gap.

K.9.3.5 Verification of mechanical operation of position switches at limits of temperature

This test applies only to position switches with direct opening action. The position switch shall be conditioned at +70 °C for 8 h.

At the end of the conditioning period and at the same temperature, the contacts shall be loaded with the maximum rated operational current for 10 min. The contacts shall then be operated 10 times by the application of the force stated by the manufacturer according to item b) of K.6.5.1.

The test shall be repeated after conditioning at –25 °C but without application of the current.

After completion of this test, the open position of the contacts shall be verified according to K.9.3.6.

K.9.3.6 Verification of direct opening action

When the position switch is in the position corresponding to the direct opening travel stated in item a) of K.6.5.1, the contact gap shall withstand an impulse voltage of 2 500 V.

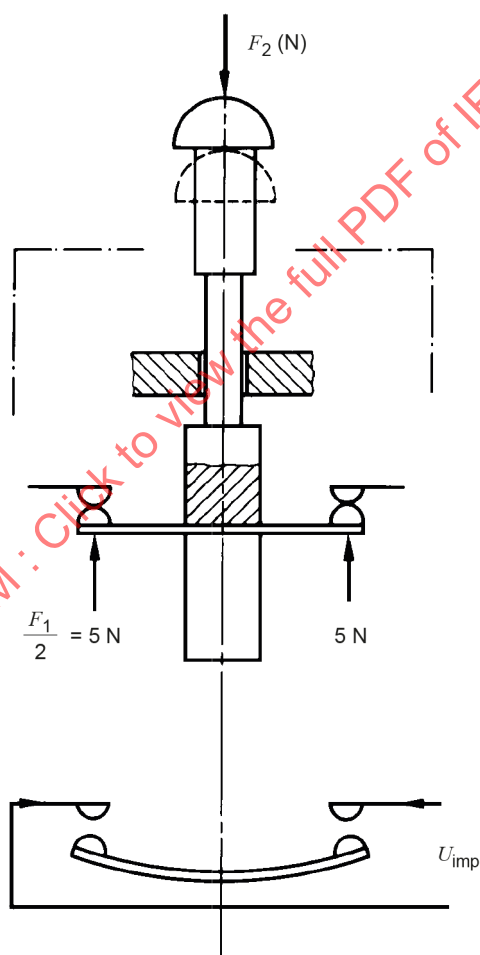
For position switches suitable for isolation, the value of the impulse withstand voltage shall be in accordance with Table 14 of IEC 60947-1:2020 corresponding to the rated impulse withstand voltage U_{imp} declared by the manufacturer.

K.9.3.7 Verification of robustness of the actuating system

The closed break contact(s) shall be loaded with a force F_1 of 10 N (see Figure K.1). A force (torque) F_2 , higher than F_1 , stated by the manufacturer, shall be applied to the actuator through the direct opening travel.

After this test, the actuating system and/or contacts shall remain functional and shall withstand an impulse test voltage in accordance with K.9.3.6.

For position switches suitable for isolation, the value of the impulse withstand voltage shall be in accordance with Table 14 of IEC 60947-1:2020 corresponding to the rated impulse withstand voltage U_{imp} declared by the manufacturer.



IEC

Key

- F_1 required force = 10 N
- F_2 force or moment stated by the manufacturer
- U_{imp} impulse test voltage (see K.9.3.6)

Figure K.1 – Verification of robustness of the actuating system

Annex L (normative)

Special requirements for mechanically linked contact elements

NOTE The numbering of Annex L is based on the numbering of the document.

L.1 General

Annex L applies to mechanically linked auxiliary contact elements included in control circuit devices where actuating force is provided internally, such as contactor-relays.

Linkage between the auxiliary and main contacts is not covered by Annex L.

NOTE 1 A typical application of mechanically linked contact elements is, for example, self-monitoring in machine control circuits.

NOTE 2 Mechanically linked contact elements have previously been referred to as forced contacts, positively activated contacts, or linked contacts, or, in French: "contacts forcés" or in German: "Zwangsgeführte Kontakte".

NOTE 3 Control circuit devices actuated externally (e.g. push-button or limit switches) do not have an actuating force limited to a maximum value (see L.9.5 a)2)), so they cannot have mechanically linked contact elements. For such devices, safety applications generally use contacts with "direct opening action" (see Annex K).

NOTE 4 The meaning of "mechanically linked" is also applicable to additional contact units which can be mounted by the user.

Annex L provides additional specifications (definition, requirements and tests) which shall be used for stating the required design characteristics, marking and performance of mechanically linked contact elements.

L.4 Classification

Clause 4 applies.

L.5 Characteristics

All mechanically linked contact elements shall also comply with the relevant requirements given in this document.

L.6 Product information

Clause 6 applies with the following addition.

L.6.2.7 Mechanically linked contact elements identification and marking

Mechanically linked contact elements shall be clearly identified:

- on the control circuit device itself;
- or in the product documentation;
- or both.

The mechanical linkage shall be identified in circuit diagrams by a double parallel line connecting a filled circle on each of the mechanically linked contact symbols. An example is given in Figure L.1.

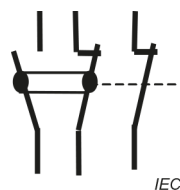


Figure L.1 – Example of representation of NO and NC contacts which are mechanically linked and NC non-linked contact

If devices containing some or all mechanically linked contacts are marked, the symbol shown in Figure L.2 shall be used.

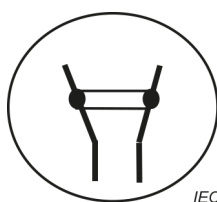


Figure L.2 – Symbol for device containing mechanically linked contacts

L.7 Normal service, mounting and transport conditions

There are no supplementary requirements.

L.8 Constructional and performance requirements

Clause 8 applies with the following addition.

L.8.1.9 Requirements for mechanically linked contact elements

While any of the n make-contact element(s) is closed, none of the m break-contact element(s) shall be closed.

While any of the m break-contact element(s) is closed, none of the n make-contact element(s) shall be closed.

L.9 Tests

L.9.1 General

Clause 9 applies with the following addition.

L.9.5 Special test for mechanically linked contact elements

This special test shall be carried out on a sample of $(m + n)$ products where m is the number of break-contact element(s) and n is the number of make-contact element(s).

A different sample is used for each test.

The tests shall be carried out on products in new and clean condition. The test procedure shall be as follows:

a) Test of NC contact

- 1) The NC contact element shall be maintained in the closed position by any means at each point of contact (e.g. for a double breaking contact, the attaching shall be done at the two contact points). The thickness of the means of attachment shall be such that the distance between the NC contacts is not reduced and not increased by more than 0,02 mm.
- 2) An actuating force shall be applied by energising the operating coil at 110 % of its rated voltage.
- 3) While applying the force, an impulse test voltage of 2,5 kV (1,2/50 µs at sea level; correction should be made according to Table 12 of IEC 60947-1:2020) shall be applied across every NO contact. There shall be no disruptive discharge.

NOTE 1 This test ensures a minimum gap of 0,6 mm in accordance with Table 13 of IEC 60947-1:2020.

b) Test of NO contact

- 1) An actuating force shall be applied by energising the operating coil at its rated voltage.
- 2) The NO contact element shall be maintained in the closed position by any means at each point of contact (e.g. for a double breaking contact, the attaching shall be done at the two contact points). The thickness of the means of attachment shall be such that the distance between the NO contacts is not reduced and not increased by more than 0,02 mm.
- 3) An actuating force shall be applied by de-energising the operating coil.
- 4) With the operating coil de-energised, an impulse test voltage of 2,5 kV (1,2/50 µs at sea level; correction should be made according to Table 12 of IEC 60947-1:2020) shall be applied across every NC contact. There shall be no disruptive discharge.

NOTE 2 This test ensures a minimum gap of 0,6 mm in accordance with Table 13 of IEC 60947-1:2020.

Annex M (normative)

Terminal marking, distinctive number and distinctive letter for control circuit devices

M.1 General

Annex M applies to control switches and contactor relays irrespective of their construction, having terminal marking.

The use of Annex M is required where terminal marking is a requirement in this document, or is usual practice.

M.2 Terminal marking rule

M.2.1 General

Subclause L.3.2.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

M.2.2 Function digit

Subclause L.3.2.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

M.2.3 Sequence digit

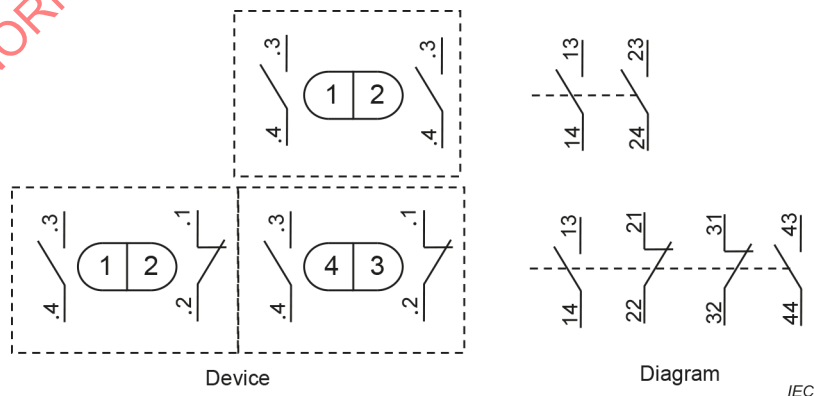
The tens digit is an ascending sequence number independent of the contact function.

Terminals belonging to the same contact are marked with the same sequence digit.

For contactor relays having 10 contact elements, the sequence digit 0 is used instead of 10.

The sequence digit may be omitted from the terminal marking only if additional information provided by the manufacturer or the user clearly gives such digit.

EXAMPLE For control switches

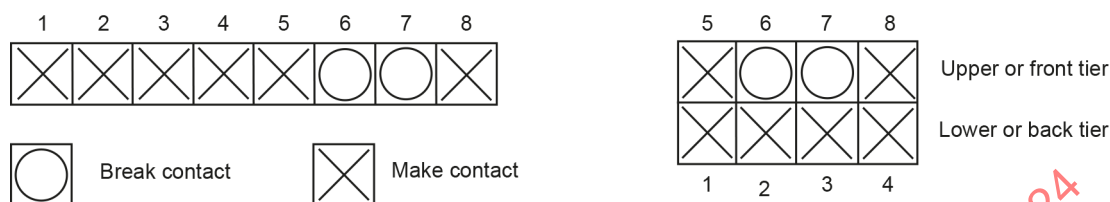


NOTE The dots before the function number shown in these examples are used merely to show the digit relationship, and do not need to be used in practice.

M.2.4 Numbering method

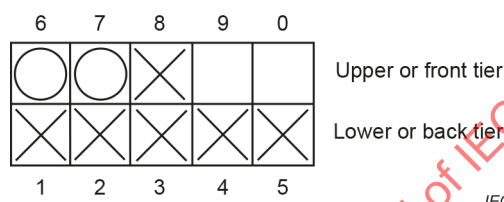
The contact terminals shall be numbered sequentially from left to right on the device; for devices with tiers of terminals, the numbering shall begin with the tier nearest to the mounting level.

EXAMPLE Contact numbering methods on contactor relays of various constructional types, but with the same distinctive number 62 E



IEC

The prescribed numbering method does not allow blank contact cells inside a contact series.



IEC

M.3 Distinctive number and distinctive letter

M.3.1 General

The quantity and type of the contact elements of a control switch according to Annex M are indicated by a distinctive number. Contacts of contactor relays are indicated by a distinctive number followed by a distinctive letter.

M.3.2 Distinctive number

The first digit of the distinctive number gives the quantity of make contact elements and the second digit the quantity of break contact elements. The third digit, if any, shall give the quantity of change-over contact elements in control switches.

M.3.3 Distinctive letter

The distinctive letter indicates the location of the contact elements of a contactor relay in relation to each other and their terminal marking.

Clause M.5 defines the arrangement of contactor relays indicated by the distinctive letter E.

Clause M.6 gives information on permissible deviations, indicated by the distinctive letters X, Y or Z.

For new designs, the arrangement indicated by the distinctive letter E is preferred.

M.4 Terminal numbering sequence

For control switches having the same distinctive number, the preferred terminal marking is specified in Table M.1. Deviations from this numbering system are permitted.

The position of the contact elements of the control switch need not correspond to that shown on diagrams of Table M.1.

Table M.1 – Diagrams of control switches

Distinctive number	Contact elements	Distinctive number	Contact elements	Distinctive number	Contact elements	Distinctive number	Contact elements	Distinctive number	Contact elements
10								01	
20		11						02	
30		21		12				03	
40		31		22		13		04	
001									
002									

IEC

M.5 Contactor relays designated by the distinctive letter E

For contactor relays having the same distinctive number and the distinctive letter E, independently of their construction, the sequence of the contact elements within the device is specified in accordance with the diagrams of Table M.2.

As a result of this, the sequence number becomes a location number and allows a given contact element terminal of a contactor relay in the equipment to be quickly found solely by counting the contacts.

Table M.2 – Diagrams of contactor relays designated by the distinctive letter E

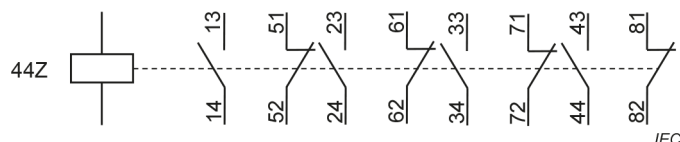
	Coil	Contact elements	Contact elements	Contact elements	Contact elements	Contact elements	Contact elements	Contact elements	Contact elements	Contact elements
10E										
20E										
30E										
40E										
50E										
60E										
80E										
100E										

IEC

M.6 Contactor relays designated by distinctive letters X, Y or Z

M.6.1 Contactor relays designated by the distinctive letter Z

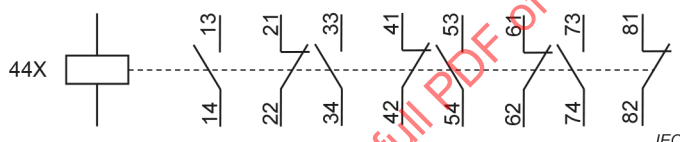
If the location of the contact elements within the device (but not the terminal marking) differs from the provisions of Clause M.5, the device shall be designated by the distinctive letter Z instead of the distinctive letter E.



M.6.2 Contactor relays designated by the distinctive letter X

If the location of the contact elements within the device and the terminal marking both differ from the requirements of Clause M.5, the device shall be designated by the distinctive letter X instead of the distinctive letter E.

Such a device shall still comply with the requirements of Clauses M.2 and M.3.



M.6.3 Contactor relays designated by the distinctive letter Y

Devices consisting of combinations of contact elements and terminal marking in accordance with Table M.3 shall be designated by the distinctive letter Y instead of the distinctive letter E.

Table M.3 – Diagrams of contactor relays designated by the distinctive letter Y

42Y		33Y			
		53Y		44Y	

Annex N

(normative)

Procedure to determine reliability data for electromechanical devices in control circuits used in functional safety applications

N.1 General

N.1.1 Overview

Provision of these data is optional, at the discretion of the manufacturer.

N.1.2 Object

K.1.2 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition:

Annex K addresses only the intended use of electromechanical contacts in control circuit devices.

EXAMPLE The intended use for normally closed contacts is to open the circuit.

NOTE For further information on reliability data for reed contact magnetic switches, refer to Annex D of IEC 62246-1-1:2018 and IEC TR 62246-3.

N.1.3 General requirements

K.1.3 of IEC 60947-1:2020 applies.

N.2 Terms, definitions and symbols

K.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

N.3 Method based on durability test results

N.3.1 General method

K.3.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

N.3.2 Test requirements

N.3.2.1 General

The test environment shall be in accordance with Clause 7.

Every test shall be performed under the general conditions stated in 9.3.2.1 and at a rate equal or higher at the discretion of the manufacturer. The moving parts of the device shall reach their maximum operating positions in both directions, as recommended by the manufacturer. Reliability data to be published are described in Clause N.4.

N.3.2.2 Mechanical durability

The mechanical durability of a control circuit device is defined as the number of no-load operating cycles. For the no-make current or no-break current utilization, the mechanical durability is applicable.

During the test, the contacts shall be checked periodically at any voltage and current, selected by the manufacturer, and there shall be no failure.

N.3.2.3 Electrical durability

The electrical durability of a control circuit device is defined as the number of on-load operating cycles.

Electrical durability shall be determined in accordance with C.3.2 using utilization category AC-15 and/or DC-13 unless otherwise stated by the manufacturer.

N.3.3 Number of samples

K.3.3 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition:

The selection of samples to be tested for a series of devices with same fundamental design and without significant difference in construction shall be based on engineering judgment.

EXAMPLE If an auxiliary contact is in use for a range of devices (e.g. contactors), only one set can be tested with one contactor representative for the whole frame size.

N.3.4 Characterization of a failure mode

K.3.4 of IEC 60947-1:2020 applies.

N.3.5 Weibull modelling

K.3.5 of IEC 60947-1:2020 applies.

N.3.6 Useful life and upper limit of failure rate

K.3.6 of IEC 60947-1:2020 applies.

N.3.7 Reliability data

K.3.7 of IEC 60947-1:2020 applies.

N.4 Data information

K.4 of IEC 60947-1:2020 applies.

N.5 Example

K.5 of IEC 60947-1:2020 applies.

Annex O

(normative)

Additional requirements for control circuit devices incorporating a built-in communication interface complying with IEC 61131-9

NOTE The numbering of Annex O is based on the numbering of the document.

O.1 General

Annex O applies to control circuit devices with built-in communication interface (SDCI) according to IEC 61131-9:2022 and specifies additional requirements.

For SDCI port with control circuit switching element function, Annex H applies in addition.

O.5 Characteristics

O.5.3 Rated and limiting values for SDCI

Subclauses 5.3.2.2, 5.3.2.4 and 5.4 of IEC 61131-9:2022 apply with the following addition.

NOTE The thresholds given in 5.3.2.2 of IEC 61131-9:2022 are compatible with the definitions of type 1 inputs given in Table S.2 of IEC 60947-1:2020.

Devices providing a port class B shall be compatible with the characteristics of the power supply given in Table 11 of IEC 61131-9:2022.

O.6 Product information

Clause 6 applies with the following addition:

Interface specific information according to IEC 61131-9:2022 shall be given in the product documentation.

O.8 Constructional and performance requirements

O.8.1 Constructional requirements

O.8.1.8 Terminals, wiring and connectors

Subclauses 4.3, 5.5.1 and 5.5.2 of IEC 61131-9:2022 apply.

NOTE Information on SDCI communication abilities is available in IEC 61131-9:2022.

O.8.3 Electromagnetic compatibility (EMC)

For the function of the control circuit device, 8.3 applies. In addition to that, for the SDCI, Clause H.1 of IEC 61131-9:2022 applies.

O.9 Tests

O.9.1 Kinds of tests

O.9.1.2 Type tests

For the immunity of the control circuit device, 9.4 or H.9.4 applies. To verify the immunity of the communication link of the SDCL, H.2.1 of IEC 61131-9:2022 applies.

NOTE Information on the testing of SDCL communication abilities can be found in the IO-Link test specification, available on the IO-Link Consortium homepage³.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-1:2024

³ See <https://io-link.com>

Bibliography

IEC 60050-441, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses*, available at www.electropedia.org

IEC 60050-444:2002, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 444: Elementary relays*

IEC 60068-2-75:2014, *Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests*

IEC 60073:2002, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indications and actuators*

IEC 60079 (all parts), *Explosive atmospheres*

IEC 60255 (all parts), *Measuring relays and protection equipment*

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

IEC 60947-5-3:2013, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-3: Control circuit devices and switching elements – Requirements for proximity devices with defined behaviour under fault conditions (PDDb)*

IEC 60947-5-4:2002, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-4: Control circuit devices and switching elements; Method of assessing the performance of low-energy contacts*
IEC 60947-5-4:2002/AMD1:2019

IEC 61000 (all parts), *Electromagnetic compatibility (EMC)*

IEC 61810 (all parts), *Electromechanical elementary relays*

IEC 61672-1:2013, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications*

IEC 62246-1:2015, *Reed switches – Part 1: Generic specification*

IEC 62246-1-1:2018, *Reed switches – Part 1-1: Generic specification – Blank detail specification*

IEC TR 62246-3:2018, *Reed switches – Part 3: Reliability data for reed switch-devices in typical safety applications*

IEC 62246-4:2023, *Reed switches – Part 4: Application in conjunction with magnetic actuator used for magnetic sensing devices*

IEC 62443 (all parts), *Security for industrial automation and control systems*

IEC TR 62471-2:2009, *Photobiological safety of lamps and lamp systems – Part 2: Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety*⁴

IEC 62683, *Common data dictionary (CDD)*,
available at <https://cdd.iec.ch/cdd/iec62683/iec62683.nsf>

⁴ This publication has been withdrawn.

IEC TS 63058:2021, *Switchgear and controlgear and their assemblies for low voltage – Environmental aspects*

IEC TR 63201:2019, *Low-voltage switchgear and controlgear – Guidance for the development of embedded software*

IEC TS 63208:2020, *Low-voltage switchgear and controlgear – Security aspects*

IEC 63216:2019, *Low-voltage switchgear and controlgear – Electromagnetic compatibility assessment for switchgear and controlgear and their assemblies*

IEC Guide 104:2019, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

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 7000:2019, *Graphical symbols for use on equipment*,
available at <https://www.graphical-symbols.info/equipment>

ISO 7731:2003, *Ergonomics – Danger signals for public and work areas – Auditory danger signals*

ISO 14119:2013, *Safety of machinery – Interlocking devices associated with guards – Principles for design and selection*

CIE S004/E-2001, *Colours of light signals*

CSA C22.1, *Canadian Electrical Code*

NFPA 70, *National Electrical Code®*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-1:2024

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	137
1 Domaine d'application	140
2 Références normatives	141
3 Termes, définitions, symboles et abréviations	143
3.1 Termes et définitions	143
3.1.1 Généralités	143
3.1.2 Termes et définitions fondamentaux	143
3.1.3 Termes et définitions relatifs aux auxiliaires de commande à manœuvre automatique	145
3.1.4 Termes et définitions relatifs aux auxiliaires de commande à manœuvre manuelle	145
3.1.5 Termes et définitions relatifs aux parties des auxiliaires de commande	148
3.1.6 Termes et définitions relatifs au fonctionnement des contacteurs auxiliaires	150
3.1.7 Termes et définitions relatifs au fonctionnement des auxiliaires automatiques de commande	151
3.1.8 Termes et définitions relatifs au fonctionnement des commutateurs rotatifs	151
3.1.9 Termes et définitions relatifs au fonctionnement des auxiliaires de commande à manœuvre mécanique	152
3.1.10 Termes et définitions relatifs aux interrupteurs magnétiques à lames souples	154
3.1.11 Termes et définitions relatifs aux appareils de classe II pour circuits de commande	155
3.1.12 Termes et définitions relatifs aux appareils pour circuits de commande avec câble faisant partie intégrante de l'appareil	156
3.1.13 Termes et définitions relatifs aux éléments de commutation à semiconducteurs	156
3.1.14 Termes et définitions relatifs aux voyants lumineux, colonnes lumineuses et dispositifs de signalisation sonore	157
3.1.15 Termes et définitions relatifs aux auxiliaires de commande à manœuvre positive d'ouverture	157
3.1.16 Termes et définitions relatifs à l'interface de communication numérique	158
3.1.17 Index alphabétique des définitions	158
3.2 Symboles et termes abrégés	163
4 Classification	163
4.1 Éléments de contact	163
4.2 Auxiliaires de commande	165
4.3 Appareils pour circuits de commande	165
4.4 Éléments de commutation temporisée	165
4.5 Montage des auxiliaires de commande	165
5 Caractéristiques	165
5.1 Énumération des caractéristiques	165
5.1.1 Généralités	165
5.1.2 Fonctionnement d'un auxiliaire de commande	165
5.2 Type de l'appareil pour circuits de commande ou de l'élément de commutation	166
5.2.1 Nature de l'appareil pour circuit de commande	166
5.2.2 Nature des éléments de commutation	166

5.2.3	Nombre de pôles	166
5.2.4	Nature du courant.....	166
5.2.5	Milieu de coupure	167
5.2.6	Conditions de fonctionnement.....	167
5.3	Valeurs assignées et valeurs limites pour les éléments de commutation	167
5.3.1	Généralités	167
5.3.2	Tensions assignées (d'un élément de commutation)	167
5.3.3	Courants.....	168
5.3.4	Fréquence assignée	168
5.3.5	Vacant	168
5.3.6	Caractéristiques en conditions normales et anormales de charge	168
5.3.7	Caractéristiques de court-circuit- – Courant conditionnel de court-circuit assigné.....	170
5.4	Catégories d'emploi des éléments de commutation	170
5.5	Circuits de commande	171
5.6	Vacant	171
5.7	Vacant	171
5.8	Vacant	171
5.9	Vacant	171
5.10	Éléments de contact électriquement séparés	171
5.11	Grandeurs d'action des auxiliaires automatiques de commande	171
5.12	Auxiliaires automatiques de commande qui ont deux éléments de contact ou plus.....	171
6	Informations sur le matériel	172
6.1	Nature des informations	172
6.2	Marquage	173
6.2.1	Généralités	173
6.2.2	Identification et marquage des bornes	173
6.2.3	Repères de fonction.....	174
6.2.4	Arrêt d'urgence.....	174
6.2.5	Diagramme de fonctionnement	174
6.2.6	Indication de la temporisation	175
6.3	Instructions d'installation, de fonctionnement, de maintenance, de mise hors service et de démontage	175
6.4	Informations relatives à l'environnement	176
6.4.1	Processus d'écoconception (processus ECD)	176
6.4.2	Procédure pour établir la déclaration des matériaux	176
6.5	Informations complémentaires	176
7	Conditions de service normal, de montage et de transport.....	176
7.1	Conditions normales d'emploi	176
7.1.1	Température de l'air ambiant	176
7.1.2	Altitude	176
7.1.3	Conditions atmosphériques.....	176
7.1.4	Chocs et vibrations	177
7.2	Conditions pendant le transport et le stockage	177
7.3	Montage.....	177
7.3.1	Généralités	177
7.3.2	Montage des appareils fixés en un seul trou	177
8	Exigences relatives à la construction et aux performances	178

8.1	Exigences relatives à la construction	178
8.1.1	Généralités	178
8.1.2	Matériaux	178
8.1.3	Parties transportant le courant et leurs connexions.....	179
8.1.4	Distances d'isolement et lignes de fuite	180
8.1.5	Organe de commande	180
8.1.6	Indication de la position des contacts	180
8.1.7	Dispositions relatives aux auxiliaires de commande aptes au sectionnement	180
8.1.8	Bornes.....	180
8.1.9	Vacant	181
8.1.10	Dispositions pour assurer la mise à la terre de protection	181
8.1.11	Enveloppes pour le matériel	181
8.1.12	Degrés de protection du matériel sous enveloppe.....	181
8.1.13	Traction, torsion et flexion avec des conduits métalliques.....	181
8.1.14	Exigences pour les appareils pour circuits de commande à rayonnement optique artificiel	181
8.1.15	Effets biologiques et chimiques	181
8.1.16	Conception hygiénique	181
8.1.17	Aspects relatifs à la sécurité	182
8.1.18	Source d'énergie limitée	182
8.1.19	Conditions anormales et de défaut.....	185
8.1.20	Circuit d'énergie de charge emmagasinée	185
8.1.21	Logiciels intégrés.....	186
8.2	Exigences relatives aux performances	186
8.2.1	Conditions de fonctionnement.....	186
8.2.2	Échauffement	186
8.2.3	Propriétés diélectriques	186
8.2.4	Aptitude à l'établissement et à la coupure dans les conditions normales et anormales de charge	186
8.2.5	Courant de court-circuit conditionnel.....	187
8.2.6	Vacant.....	187
8.2.7	Exigences supplémentaires pour les auxiliaires de commande aptes au sectionnement	187
8.3	Compatibilité électromagnétique (CEM)	187
8.3.1	Généralités	187
8.3.2	Immunité	187
8.3.3	Émissions	188
8.4	Exigences spéciales	188
8.4.1	Exigences supplémentaires pour les interrupteurs magnétiques à lames souples.....	188
8.4.2	Appareils de classe II pour circuits de commande.....	189
8.4.3	Exigences supplémentaires pour les appareils pour circuits de commande avec câble faisant partie intégrante de l'appareil.....	189
8.4.4	Exigences complémentaires concernant les éléments de commutation à semiconducteurs pour les appareils pour circuits de commande	189
8.4.5	Exigences spéciales pour les voyants lumineux, les colonnes lumineuses et leurs fonctions sonores facultatives.....	189
8.4.6	Exigences spéciales pour les auxiliaires de commande à manœuvre positive d'ouverture	189
8.4.7	Exigences spéciales pour les éléments de contact mécaniquement liés.....	189

8.4.8	Exigences supplémentaires pour les appareils pour circuits de commande qui comportent une interface de communication intégrée (SDCI)	189
9	Essais	189
9.1	Nature des essais	189
9.1.1	Généralités	189
9.1.2	Essais de type	189
9.1.3	Essais individuels de série.....	190
9.1.4	Essais sur prélèvement.....	190
9.1.5	Essais spéciaux.....	190
9.2	Conformité aux exigences relatives à la construction	191
9.2.1	Généralités	191
9.2.2	Essai d'exposition de matériaux à la chaleur anormale et au feu.....	191
9.2.3	Matériel	191
9.2.4	Degrés de protection	192
9.2.5	Propriétés mécaniques et électriques des bornes	192
9.2.6	Vérification de l'effort (ou couple) de commande.....	194
9.2.7	Vérification de la limitation de la rotation (d'un commutateur rotatif)	194
9.2.8	Essais de traction, torsion et flexion avec des conduits métalliques	194
9.2.9	Essai de continuité à la terre de la terre de protection	194
9.2.10	Essai de la source d'énergie limitée	194
9.2.11	Claquage des composants.....	195
9.2.12	Essai de rayonnement optique artificiel.....	196
9.2.13	Essai d'énergie de charge emmagasinée	196
9.3	Fonctionnement	196
9.3.1	Séquences d'essais	196
9.3.2	Conditions générales d'essai	197
9.3.3	Fonctionnement à vide et dans les conditions de charge normales et anormales.....	198
9.3.4	Fonctionnement au courant de court-circuit conditionnel.....	203
9.4	Essais pour la CEM	205
9.4.1	Généralités	205
9.4.2	Immunité	205
9.4.3	Émissions.....	207
9.4.4	Résultats de l'essai et rapport d'essai.....	208
Annexe A (normative)	Caractéristiques électriques assignées suivant les catégories d'emploi (voir 4.1)	209
Annexe B (informative)	Exemple de charges d'essai inductives pour contacts en courant continu	211
B.1	Généralités	211
B.2	Construction	211
Annexe C (normative)	Essais spéciaux – Essais de durabilité	213
C.1	Généralités	213
C.1.1	Déclaration de durabilité	213
C.1.2	Procédures d'essai	213
C.1.3	Critère de défaillance.....	214
C.2	Durabilité mécanique	214
C.2.1	Généralités	214
C.2.2	Procédures d'essai	214

C.3	Durabilité électrique.....	214
C.3.1	Généralités.....	214
C.3.2	Procédures d'essai.....	214
Annexe D (normative) Exigences supplémentaires pour les interrupteurs magnétiques à lames souples.....		217
Annexe E (informative) Points qui font l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.....		220
Annexe F (normative) Appareils de classe II pour circuits de commande – Exigences et essais.....		221
Annexe G (normative) Exigences supplémentaires pour les appareils pour circuits de commande avec câble faisant partie intégrante de l'appareil.....		226
Annexe H (normative) Exigences complémentaires concernant les éléments de commutation à semiconducteurs pour les appareils pour circuits de commande.....		230
Annexe I (informative).....		236
Annexe J (normative) Exigences spéciales pour les voyants lumineux, les colonnes lumineuses et les dispositifs de signalisation sonore.....		237
Annexe K (normative) Exigences spéciales pour les auxiliaires de commande à manœuvre positive d'ouverture.....		244
Annexe L (normative) Exigences spéciales pour les éléments de contacts mécaniquement liés.....		250
Annexe M (normative) Marquage des bornes, nombre distinctif et lettre distinctive pour les appareils pour circuits de commande.....		253
M.1	Généralités.....	253
M.2	Règle de marquage des bornes.....	253
M.2.1	Généralités.....	253
M.2.2	Chiffre de fonction.....	253
M.2.3	Chiffre d'ordre.....	253
M.2.4	Méthode de numérotation.....	254
M.3	Nombre distinctif et lettre distinctive.....	254
M.3.1	Généralités.....	254
M.3.2	Nombre distinctif.....	254
M.3.3	Lettre distinctive.....	254
M.4	Numérotation des bornes.....	255
M.5	Contacteurs auxiliaires désignés par la lettre distinctive E.....	255
M.6	Contacteurs auxiliaires désignés par les lettres distinctives X, Y ou Z.....	257
M.6.1	Contacteurs auxiliaires désignés par la lettre distinctive Z.....	257
M.6.2	Contacteurs auxiliaires désignés par la lettre distinctive X.....	257
M.6.3	Contacteurs auxiliaires désignés par la lettre distinctive Y.....	257
Annexe N (normative) Procédure de détermination des données de fiabilité des appareils électromécaniques dans les circuits de commande utilisés dans des applications de sécurité fonctionnelle.....		258
N.1	Généralités.....	258
N.1.1	Vue d'ensemble.....	258
N.1.2	Objet.....	258
N.1.3	Exigences générales.....	258
N.2	Termes, définitions et symboles.....	258
N.3	Méthode fondée sur les résultats des essais de durabilité.....	258
N.3.1	Méthode générale.....	258
N.3.2	Exigences d'essai.....	258
N.3.3	Nombre d'échantillons.....	259

N.3.4	Caractérisation d'un mode de défaillance.....	259
N.3.5	Modélisation de Weibull.....	259
N.3.6	Durée de vie utile et limite supérieure du taux de défaillance.....	259
N.3.7	Données de fiabilité.....	259
N.4	Informations relatives aux données.....	259
N.5	Exemple.....	259
Annexe O (normative) Exigences supplémentaires pour les appareils pour circuits de commande qui comportent une interface de communication intégrée conforme à l'IEC 61131-9.....		260
Bibliographie.....		262
Figure 1 – Manœuvre des boutons-poussoirs.....		152
Figure 2 – Différence entre la course résiduelle de l'organe de commande et celle de l'élément de contact.....		153
Figure 3 – Exemples d'éléments de contact (schémas).....		164
Figure 4 – Exemples de la méthode recommandée pour représenter un diagramme de fonctionnement d'un commutateur rotatif.....		174
Figure 5 – Diamètre du trou de fixation et cotes du logement éventuel d'ergot.....		177
Figure 6 – Mesure de la chute de tension au point de contact de l'organe de serrage ou de la borne.....		193
Figure 7 – Circuits d'essai – Auxiliaires de commande multipolaires – Contacts de même polarité non électriquement séparés.....		201
Figure 8 – Circuits d'essai – Auxiliaires de commande multipolaires – Contacts électriquement séparés.....		201
Figure 9 – Détails de la charge L_d pour des conditions d'essais qui exigent des courants d'établissement et de coupure et/ou des facteurs de puissance (ou des constantes de temps) de valeurs différentes.....		201
Figure 10 – Limites courant/temps pour circuits d'essai en courant continu.....		202
Figure 11 – Circuit d'essai au courant de court-circuit conditionnel.....		204
Figure B.1 – Construction de la charge pour les contacts à courant continu.....		212
Figure C.1 – Circuit normal (voir C.3.2.2).....		216
Figure C.2 – Circuit simplifié (voir C.3.2.2).....		216
Figure F.1 – Appareil isolé par encapsulation.....		221
Figure F.2 – Appareil isolé par double isolation ou isolation renforcée.....		222
Figure F.3 – Appareillage d'essai.....		224
Figure H.1 – Relation entre U_e et U_B		231
Figure H.2 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la chute de tension, du courant minimal d'emploi et du courant bloquant.....		233
Figure H.3 – Essais de court-circuit.....		234
Figure J.1 – Dimensions du montage pour le socle de la colonne lumineuse.....		239
Figure J.2 – Dimensions du montage pour essais d'échauffement.....		240
Figure K.1 – Vérification de la robustesse du mécanisme transmetteur.....		249
Figure L.1 – Exemple de représentation de contacts à fermeture et à ouverture qui sont mécaniquement liés et d'un contact à ouverture non lié.....		251
Figure L.2 – Symbole pour un appareil qui comporte des contacts mécaniquement liés.....		251
Tableau 1 – Catégories d'emploi des éléments de commutation.....		166

Tableau 2 – Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation dans les conditions normales de charge qui correspondent aux catégories d'emploi	169
Tableau 3 – Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation dans les conditions anormales de charge qui correspondent aux catégories d'emploi	170
Tableau 4 – Diamètre du trou de fixation et cotes du logement éventuel d'ergot	177
Tableau 5 – Distances minimales préférentielles entre les centres des trous de fixation	178
Tableau 6 – Conditions d'essai pour l'essai au fil incandescent.....	179
Tableau 7 – Limites pour les sources d'énergie limitée sans dispositif de protection contre les surintensités	183
Tableau 8 – Limites pour les sources d'énergie limitée avec dispositif de protection contre les surintensités	184
Tableau 9 – Limites pour la source d'énergie limitée avec impédance de limitation de courant	185
Tableau 10 – Critères d'acceptation	188
Tableau 11 – Valeurs de l'essai de fonctionnement électrique et de vieillissement des organes de serrage sans vis	193
Tableau 12 – Essais d'immunité.....	206
Tableau A.1 – Exemples de désignation des caractéristiques assignées des contacts suivant les catégories d'emploi	209
Tableau A.2 – Exemples de caractéristiques d'élément de commutation à semiconducteur pour 50 Hz et/ou 60 Hz.....	210
Tableau A.3 – Exemples de caractéristiques d'élément de commutation à semiconducteur	210
Tableau B.1 – Charges en courant continu.....	212
Tableau C.1 – Pouvoir de fermeture et de coupure pour les essais de durabilité électrique.....	215
Tableau F.1 – Critères d'acceptation de l'Annexe F	223
Tableau G.1 – Caractéristiques des matériaux (informatif)	227
Tableau G.2 – Exemples de types de câbles normalisés (informatif)	228
Tableau G.3 – Forces de traction	228
Tableau M.1 – Schémas d'auxiliaires de commande	255
Tableau M.2 – Schémas de contacteurs auxiliaires désignés par la lettre distinctive E.....	256
Tableau M.3 – Schémas de contacteurs auxiliaires désignés par la lettre distinctive Y	257

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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. À 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 la 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 60947-5-1 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. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 2016. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) mise à jour de la structure du domaine d'application et des exclusions;
- b) exigences pour les circuits de commande;
- c) mise à jour des conditions normales d'emploi (chocs et vibrations, par exemple);
- d) mise à jour des exigences relatives aux informations et au marquage, y compris les exigences concernant les informations relatives à l'environnement qui font référence à l'IEC TS 63058:2021;
- e) mise à jour des exigences de construction et des essais correspondants compte tenu des considérations de sûreté (par exemple rayonnement électromagnétique artificiel, aspects relatifs à la sécurité, source d'énergie limitée, circuit d'énergie de charge emmagasinée);
- f) mise à jour des exigences de CEM conformément aux documents génériques;
- g) nouvelles exigences pour les interrupteurs magnétiques à lames souples à l'Annexe D;
- h) exigences relatives aux appareils de classe II pour circuits respectés par une double isolation ou une isolation renforcée à l'Annexe F;
- i) mise à jour des essais de traction à l'Annexe G;
- j) exigences relatives aux informations concernant les dispositifs de signalisation sonore à l'Annexe J;
- k) insertion d'une nouvelle Annexe O.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
121A/585/FDIS	121A/598/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Il convient d'utiliser la présente Norme internationale conjointement avec l'IEC 60947-1.

Les dispositions des règles générales de l'IEC 60947-1 s'appliquent au présent document lorsque celui-ci le précise. Les articles, paragraphes, tableaux, figures et annexes des règles générales qui s'appliquent ainsi 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.

Les différentes pratiques suivantes, à caractère moins permanent, existent dans les pays indiqués ci-après:

- 8.2.4.1: Pouvoirs de fermeture et de coupure (États-Unis d'Amérique et Canada);
- 9.3.3.5.2: Circuits d'essai et connexions (États-Unis d'Amérique et Canada).

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60947, publiées sous le titre général *Appareillage à basse tension*, se trouve sur le site web de l'IEC.

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 webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-1:2024

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60947 s'applique aux appareils pour circuits de commande et aux éléments de commutation destinés à la commande, à la signalisation, au verrouillage, etc., de l'appareillage.

Elle s'applique aux appareils pour circuits de commande dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif (à une fréquence qui ne dépasse pas 1 000 Hz) ou 600 V en courant continu.

Le présent document s'applique aux types spécifiques d'appareils pour circuits de commande inclus dans la liste non exhaustive suivante:

- auxiliaires de commande à manœuvre manuelle;
- auxiliaires électromagnétiques de commande, soit temporisés soit instantanés;
- contacteurs auxiliaires;
- auxiliaires automatiques de commande;
- détecteurs de pression à contacts;
- détecteurs de température à contacts (thermostats);
- programmeurs;
- interrupteurs de position;
- auxiliaires de commande actionnés par une partie d'une machine ou d'un mécanisme;
- matériel de commande associé, par exemple voyants lumineux;
- appareils pour circuits de commande qui comportent des éléments de commutation à semiconducteurs;
- appareils pour circuits de commande qui comportent une interface de communication numérique point à point intégrée.

NOTE 1 Les appareils et éléments de commutation pour circuits de commande sont désignés par les termes "matériel" et "appareil" de manière équivalente dans le présent document.

Le présent document s'applique également à des types déterminés d'éléments de commutation pour circuits de commande associés à d'autres appareils (dont les circuits principaux font l'objet d'autres normes), tels que, entre autres:

- contacts auxiliaires d'un appareil de connexion (par exemple contacteur, disjoncteur) qui ne sont pas prévus pour être utilisés exclusivement avec la bobine de cet appareil;
- contacts de verrouillage de portes d'enveloppes;
- contacts de circuits de commande d'interrupteurs rotatifs;
- contacts de circuits de commande de relais de surcharge.

Le présent document ne s'applique pas:

- aux relais couverts par l'IEC 60255 ou par la série IEC 61810;
- aux dispositifs de commande électrique automatiques à usage domestique et analogue;

- à l'utilisation des appareils et éléments de commutation pour circuits de commande qui comportent des mesures supplémentaires dans les atmosphères explosives. Cette utilisation est spécifiée par la série IEC 60079.

Le présent document ne traite pas des exigences spécifiques en matière de couleur ni des valeurs des efforts de commande.

NOTE 2 Les exigences en matière de couleur peuvent être consultées dans l'IEC 60073 ainsi que dans la CIE S004/E-2001.

Le présent document a pour objet de spécifier:

- les définitions;
- la classification;
- les caractéristiques;
- les informations concernant le produit;
- les conditions normales de service, de montage et de transport;
- les exigences de construction et de fonctionnement, y compris la compatibilité électromagnétique (CEM) et toutes les mesures de sécurité des produits associées;
- les essais qui permettent de vérifier les exigences et les caractéristiques assignées.

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).

IEC 60068-2-6:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 60068-2-14:2023, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60068-2-27:2008, *Essais d'environnement – Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

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

IEC 60068-2-78:2012, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

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

IEC 60695-2-10:2021, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

IEC 60695-2-11:2021, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis (GWEPT)*

IEC 60695-2-12:2021, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-12: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'indice d'inflammabilité au fil incandescent (GWFI) pour matériaux*

IEC 60730-1:2022, *Dispositifs de commande électrique automatiques – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60947-1:2020, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

IEC 60947-4-1:2018, *Appareillage à basse tension – Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques*

IEC 60947-5-2:2019, *Appareillage à basse tension – Partie 5-2: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Détecteurs de proximité*

IEC 60947-5-5:1997, *Appareillage à basse tension – Partie 5-5: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareil d'arrêt d'urgence électrique à accrochage mécanique*

IEC 60947-5-5:1997/AMD1:2005

IEC 60947-5-5:1997/AMD2:2016

IEC 60999-1:1999, *Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis – Partie 1: Prescriptions générales et particulières pour les organes de serrage pour les conducteurs de 0,2 mm² à 35 mm² (inclus)*

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

IEC 61000-4-3:2020, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

IEC 61000-4-4:2012, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

IEC 61000-4-5:2014, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*
IEC 61000-4-5:2014/AMD1:2017

IEC 61000-4-6:2023, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

IEC 61000-4-8:2009, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

IEC 61000-4-11:2020, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension pour les appareils à courant d'entrée inférieur ou égal à 16 A par phase*

IEC 61131-9:2022, *Automates programmables – Partie 9: Interface de communication numérique point à point pour petits capteurs et actionneurs (SDCI)*

IEC 61140:2016, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

IEC 62262:2002, *Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (code IK)*

IEC 62471:2006, *Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes*

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 32:2015, *Compatibilité électromagnétique des équipements multimédia – Exigences d'émission*

CISPR 32:2015/AMD1:2019

ISO 2859-1:1999, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs – Partie 1: Procédures d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA)*

ISO 14159:2002, *Sécurité des machines – Prescriptions relatives à l'hygiène lors de la conception des machines*

3 Termes, définitions, symboles et abréviations

3.1 Termes et définitions

3.1.1 Généralités

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60947-1:2020 ainsi que les 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 <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1.2 Termes et définitions fondamentaux

3.1.2.1

appareil pour circuit de commande

appareil électrique destiné à la commande, à la signalisation, au verrouillage, etc., de l'appareillage

Note 1 à l'article: Les appareils pour circuits de commande comprennent des auxiliaires de commande et des appareils associés, tels que des voyants lumineux.

Note 2 à l'article: Les appareils pour circuits de commande peuvent également comprendre des appareils associés qui font l'objet d'autres normes, tels que des instruments, des potentiomètres, des relais, pour autant que les appareils associés soient utilisés aux fins spécifiées ci-dessus.

3.1.2.2

auxiliaire de commande

<circuits de commande et circuits auxiliaires> appareil mécanique de connexion dont la fonction est de commander la manœuvre d'un appareillage, y compris la signalisation, le verrouillage électrique, etc.

Note 1 à l'article: Un auxiliaire de commande comporte un ou plusieurs éléments de commutation et un mécanisme transmetteur commun.

Note 2 à l'article: Un auxiliaire de commande peut comporter des éléments à semiconducteurs ou des éléments de contact (voir 3.1.5.2 et 3.1.5.3).

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-46, modifié – Ajout d'une nouvelle Note 2 à l'article.]

3.1.2.3

auxiliaire de commande apte au sectionnement

auxiliaire de commande qui satisfait, en position d'ouverture, aux exigences spécifiées pour la fonction de sectionnement (voir 3.3.19 et 8.1.7 de l'IEC 60947-1:2020)

Note 1 à l'article: De tels auxiliaires de commande sont destinés à assurer un plus haut degré de sécurité au personnel qui travaille sur le matériel ainsi commandé. Pour cette raison, ils doivent être à commande manuelle et reposer sur l'aptitude des personnes averties à réagir en cas de défaillance éventuelle, par exemple dans le cas de contacts insuffisamment ouverts.

3.1.2.4

poste de commande

ensemble constitué par un ou plusieurs auxiliaires de commande fixés sur le même panneau ou situés dans la même enveloppe

Note 1 à l'article: Un panneau ou une enveloppe d'un poste de commande peut aussi contenir des appareils associés, par exemple: potentiomètres, lampes de signalisation, appareils de mesure, etc.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-12-08]

3.1.2.5

source d'énergie limitée

source conçue et protégée de manière telle 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 aux dangers d'incendie

[SOURCE: IEC 60947-4-1:2018, 3.6.4]

3.1.2.6

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.

[SOURCE: En anglais, Guide 104:2019 de l'IEC, 3.8, modifié – Suppression de la Note 2 à l'article.]

3.1.2.7

temps de recouvrement

intervalle de temps entre la disruption et le moment auquel la fonction spécifiée est de nouveau assurée

3.1.2.8

conditions normales de charge

ensemble de paramètres de fonctionnement de l'élément de commutation qui correspond à l'une ou plusieurs des catégories d'emploi indiquées dans le Tableau 1, et identifié comme "normal" pour l'élément de commutation concerné

Note 1 à l'article: L'utilisation normale d'un auxiliaire de commande est la fermeture, le maintien et l'ouverture de circuits.

3.1.2.9

conditions anormales de charge

ensemble de conditions de fonctionnement qui se traduit par des paramètres de fonctionnement qui excèdent ceux identifiés dans la catégorie d'emploi pertinente du Tableau 1 utilisée pour identifier les conditions normales de charge

Note 1 à l'article: Des conditions anormales de charge peuvent se produire, par exemple, lorsque la bobine d'un contacteur est mise sous tension, mais que l'appareil ne parvient pas à fonctionner correctement.

3.1.2.10**borne à faible courant**

borne destinée au raccordement d'un conducteur à un appareil et capable de fournir un courant qui ne dépasse pas 300 mA à l'appareil

Note 1 à l'article: Cela ne s'applique pas aux constructions particulières de bornes destinées au raccordement de câbles plats ou d'autres câbles multiconducteurs par une seule "action de serrage" pour plusieurs conducteurs (connexions de bus, par exemple).

[SOURCE: En anglais, IEC 62873-3-1:2020, 3.6, modifié – Suppression de "a voltage signal and/or".]

3.1.2.11**personnel qualifié****personne qualifiée en électricité**

personne ayant la formation et l'expérience appropriées pour lui permettre de percevoir les risques et d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité

3.1.3 Termes et définitions relatifs aux auxiliaires de commande à manœuvre automatique

NOTE Les auxiliaires de commande à manœuvre automatique sont actionnés par une commande automatique (voir 3.6.5 de l'IEC 60947-1:2020). Ils sont également appelés auxiliaires automatiques de commande (voir 3.4.18 de l'IEC 60947-1:2020).

3.1.3.1**contacteur auxiliaire instantané**

contacteur auxiliaire sans temporisation intentionnelle

Note 1 à l'article: Sauf indication contraire, un contacteur auxiliaire est un contacteur instantané.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-36]

3.1.3.2**contacteur auxiliaire temporisé**

contacteur auxiliaire ayant des caractéristiques de temporisation spécifiées

Note 1 à l'article: La temporisation peut agir à l'excitation (retard e), ou à la désexcitation (retard d) ou aux deux.

Note 2 à l'article: Un contacteur auxiliaire temporisé peut aussi contenir des éléments de contact instantanés.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-37, modifié – Ajout d'une nouvelle Note 2 à l'article.]

3.1.3.3**interrupteur de position**

auxiliaire automatique de commande dont le mécanisme transmetteur est actionné par une partie mobile de machine lorsque cette partie atteint une position prédéterminée

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-49]

3.1.3.4**programmateur**

auxiliaire de commande avec de multiples éléments de commutation qui, après une manœuvre de départ, fonctionne suivant une séquence définie

3.1.4 Termes et définitions relatifs aux auxiliaires de commande à manœuvre manuelle

NOTE Les auxiliaires de commande à manœuvre manuelle sont actionnés par une commande manuelle (voir 3.6.4 de l'IEC 60947-1:2020).

3.1.4.1

bouton-poussoir

auxiliaire de commande muni d'un organe de commande destiné à être actionné par l'effort exercé par une partie du corps humain, généralement le doigt ou la paume de la main, et possédant une énergie de rappel accumulée (ressort)

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-53]

3.1.4.2

bouton à tirer

tirette

auxiliaire de commande équipé d'un organe de commande destiné à être actionné en le tirant à la main et qui possède une énergie de rappel accumulée (ressort)

3.1.4.3

bouton "pousser-tirer"

auxiliaire de commande équipé d'un organe de commande destiné à être actionné en le poussant à la main puis en le tirant à la main vers sa position initiale, ou inversement

Note 1 à l'article: Il existe aussi des boutons "pousser-pousser" ou "pousser-tourner" ou d'autres combinaisons de boutons.

3.1.4.4

bouton rotatif

combinaison d'éléments de commutation du type bouton-poussoir dont l'organe de commande est actionné manuellement par rotation (voir aussi 3.1.4.15 à 3.1.4.18 inclus)

EXEMPLE Commutateur.

Note 1 à l'article: Un bouton-poussoir rotatif peut avoir plus de deux positions; il peut posséder ou ne pas posséder un ressort de rappel.

3.1.4.5

bouton-poussoir à accrochage

bouton-poussoir équipé d'un ressort de rappel, mais qui demeure dans la position active jusqu'à ce qu'un verrou soit relâché par une action séparée

Note 1 à l'article: Le décrochage peut être obtenu par une nouvelle action (telle que pousser, tourner, etc.) sur le même bouton-poussoir, par une action sur un bouton-poussoir adjacent ou par l'action d'un électroaimant, etc.

3.1.4.6

bouton-poussoir à verrouillage

bouton-poussoir qui peut être maintenu dans une ou plusieurs de ses positions par une action séparée

Note 1 à l'article: Le verrouillage peut être obtenu par rotation du bouton, par rotation d'une clef, par action sur un levier, etc.

3.1.4.7

bouton-poussoir à clef

bouton-poussoir qui ne peut être actionné qu'aussi longtemps qu'une clef demeure introduite

Note 1 à l'article: La possibilité de retirer la clef dans n'importe quelle position peut être prévue.

3.1.4.8

bouton-poussoir à retour différé

bouton-poussoir dont les contacts ne reviennent en position initiale qu'au bout d'un laps de temps prédéterminé après la suppression de l'effort de commande

3.1.4.9**bouton-poussoir à action différée**

bouton-poussoir dont la manœuvre électrique ne se produit qu'après maintien de l'effort sur le bouton pendant un laps de temps prédéterminé

3.1.4.10**bouton-poussoir lumineux**

bouton-poussoir dans le bouton duquel est incorporée une lampe de signalisation

3.1.4.11**bouton-poussoir couvert**

bouton-poussoir dont le bouton est protégé contre une manœuvre intempestive par un capot ou un couvercle

3.1.4.12**bouton-poussoir à garde**

bouton-poussoir dont le bouton est protégé contre une manœuvre intempestive dans certaines directions

3.1.4.13**bouton-poussoir libre**

bouton-poussoir dont la rotation de l'organe de commande autour de son axe n'est pas limitée

3.1.4.14**bouton-poussoir guidé**

bouton-poussoir dont la rotation de l'organe de commande autour de son axe est empêchée

EXEMPLE Boutons-poussoirs dont l'organe de commande est équipé d'un ergot, est carré ou rectangulaire.

3.1.4.15**commutateur rotatif de commande****commutateur rotatif**

auxiliaire de commande équipé d'un organe de commande destiné à être actionné par rotation

3.1.4.16**commutateur rotatif à clef**

commutateur rotatif pour lequel une clef est utilisée comme organe de commande

Note 1 à l'article: La possibilité de retirer la clef dans n'importe quelle position peut être prévue.

3.1.4.17**commutateur rotatif à manœuvre limitée**

commutateur rotatif dont l'organe de commande a un mouvement angulaire limité

3.1.4.18**commutateur rotatif unidirectionnel**

commutateur rotatif dont le mécanisme transmetteur ne permet la rotation que dans un seul sens

3.1.4.19**auxiliaire à tige guidée**

auxiliaire de commande équipé d'un organe de commande qui consiste en une tige, sensiblement perpendiculaire au panneau ou à l'enveloppe lorsqu'elle se trouve dans l'une de ses positions, destinée à être actionnée par déplacement angulaire

Note 1 à l'article: Un auxiliaire à tige guidée peut avoir plus de deux positions associées à différentes directions de déplacement de la tige et manœuvrant les éléments de contact de façons différentes; un tel auxiliaire à tige de manœuvre est appelé commutateur à tige.

Note 2 à l'article: La tige peut posséder ou ne pas posséder un ressort de rappel.

3.1.4.20

auxiliaire à tige libre

auxiliaire à tige guidée qui manœuvre tous les éléments de contact de la même façon, quelle que soit la direction de déplacement

3.1.4.21

interrupteur à pédale

auxiliaire de commande muni d'un organe de commande destiné à être actionné par l'effort exercé par un pied

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-52, modifié – Ajout de "l'effort exercé par un".]

3.1.5 Termes et définitions relatifs aux parties des auxiliaires de commande

3.1.5.1

élément de commutation

élément conçu pour fermer et ouvrir un chemin conducteur d'un circuit

Note 1 à l'article: Un élément de commutation peut être un élément à semiconducteur (voir 3.1.5.2) ou un élément de contact (voir 3.1.5.3)

3.1.5.2

élément à semiconducteur

élément conçu pour commuter le courant dans un circuit électrique au moyen de la commande de la conductivité d'un semiconducteur

3.1.5.3

élément de contact

<auxiliaire de commande> parties, fixes et mobiles, conductrices et isolantes, constitutives d'un auxiliaire de commande, nécessaires à la fermeture et à l'ouverture d'un seul chemin conducteur d'un circuit

Note 1 à l'article: L'élément de contact et le mécanisme transmetteur peuvent constituer une unité indivisible, mais fréquemment un ou plusieurs éléments de contact peuvent être combinés avec un ou plusieurs mécanismes transmetteurs. Les mécanismes transmetteurs peuvent être différents.

Note 2 à l'article: Les termes et définitions relatifs à différents types d'éléments de contact d'un auxiliaire de commande sont donnés du 3.1.5.4 au 3.1.5.13 inclus.

Note 3 à l'article: Cette définition ne comprend pas les bobines et aimants de commande.

3.1.5.4

élément de contact à simple coupure

élément de contact qui ouvre ou ferme le chemin conducteur de son circuit en un seul point

VOIR: Figure 3 a) et Figure 3 c).

3.1.5.5

élément de contact à double coupure

élément de contact qui ouvre ou ferme le chemin conducteur de son circuit en deux points disposés en série

VOIR: Figure 3 b), Figure 3 d) et Figure 3 e).

3.1.5.6

élément de contact à fermeture

élément de contact normalement ouvert

élément de contact qui ferme un chemin conducteur en cas d'action sur l'auxiliaire de commande

3.1.5.7**élément de contact à ouverture****élément de contact normalement fermé**

élément de contact qui ouvre un chemin conducteur en cas d'action sur l'auxiliaire de commande

3.1.5.8**éléments de contact à deux directions**

combinaison d'éléments de contact qui comprend un élément de contact de fermeture et un élément de contact à ouverture

VOIR: Figure 3 c), Figure 3 d) et Figure 3 e).

3.1.5.9**élément de contact de passage**

élément de contact qui ouvre ou ferme un circuit pendant une partie de la course durant le passage de l'organe de commande d'une position à une autre

3.1.5.10**éléments de contact électriquement séparés**

éléments de contact appartenant à un même auxiliaire de commande isolés les uns des autres de manière qu'ils puissent être reliés à des circuits électriquement séparés, qui peuvent être de même polarité ou de polarité opposée

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-15-24, modifié – Complété par la mention de la polarité.]

3.1.5.11**élément de contact à action brusque indépendante**

élément de contact d'un appareil à commande automatique ou manuelle dont la vitesse du mouvement des contacts est pratiquement indépendante de la vitesse du mouvement de l'organe de commande

3.1.5.12**élément de contact à action dépendante**

élément de contact d'un appareil à commande automatique ou manuelle dont la vitesse du mouvement des contacts dépend de la vitesse du mouvement de l'organe de commande

3.1.5.13**unité de contact**

élément de contact ou combinaison d'éléments de contact qui peuvent être combinés avec des unités semblables manœuvrées par un mécanisme transmetteur commun

3.1.5.14**bouton**

extrémité extérieure de l'organe de commande d'un bouton-poussoir, à laquelle est appliqué l'effort de commande

3.1.5.15**bouton affleurant**

bouton qui, dans sa position initiale, est sensiblement au niveau de la surface fixe avoisinante et se trouve au-dessous de cette surface quand il est actionné

3.1.5.16**bouton en retrait**

bouton qui se trouve au-dessous de la surface fixe avoisinante aussi bien dans sa position initiale que quand il est actionné

3.1.5.17

bouton dépassant

bouton qui forme une protubérance au-dessus des surfaces fixes voisines aussi bien dans sa position initiale que lorsqu'il est actionné

3.1.5.18

bouton coup de poing

bouton dont la partie en protubérance a un diamètre élargi

3.1.5.19

mécanisme de maintien en position

<commutateur rotatif> partie du mécanisme transmetteur qui maintient l'organe de commande et/ou les éléments de contact dans leur position

Note 1 à l'article: D'autres dispositifs (par exemple un bouton-poussoir avec deux positions, ou un arrêt d'urgence) peuvent disposer de la même fonction.

3.1.5.20

butée

dispositif qui limite le déplacement d'une partie mobile

Note 1 à l'article: Une butée peut exercer son action soit sur l'organe de commande soit sur l'élément de contact.

3.1.5.21

éléments de contact mécaniquement liés

combinaison de n élément(s) de contact à fermeture et de m élément(s) de contact à ouverture conçus de telle façon qu'ils ne puissent être simultanément dans la position fermée, dans les conditions définies en L.9.5

Note 1 à l'article: Un appareil pour circuit de commande peut avoir plus d'un groupe d'éléments de contact mécaniquement liés.

Note 2 à l'article: Voir aussi L.8.1.9.

3.1.6 Termes et définitions relatifs au fonctionnement des contacteurs auxiliaires

3.1.6.1

temporisation e

<élément de contact> temporisation dans le fonctionnement d'un élément de contact d'un contacteur auxiliaire à la suite de la mise sous tension de la bobine de l'électroaimant de ce contacteur auxiliaire

EXEMPLE Temporisation de fermeture de contacts à fermeture.

Note 1 à l'article: Les expressions "temporisation e" et "temporisation d" peuvent être appliquées à n'importe quel type d'éléments de contact (voir 3.1.5.3).

3.1.6.2

temporisation d

<élément de contact> temporisation dans le fonctionnement d'un élément de contact d'un contacteur auxiliaire à la suite de la mise hors tension de la bobine de l'électroaimant de ce contacteur auxiliaire

EXEMPLE Temporisation d'ouverture de contacts à fermeture.

Note 1 à l'article: Les expressions "temporisation e" et "temporisation d" peuvent être appliquées à n'importe quel type d'éléments de contact (voir 3.1.5.3).

3.1.6.3

temporisation fixe

<élément de contact> temporisation dans le fonctionnement d'un élément de contact d'un contacteur auxiliaire, dont la valeur n'est pas prévue pour être réglée

3.1.6.4**temporisation réglable**

<élément de contact> temporisation dans le fonctionnement d'un élément de contact d'un contacteur auxiliaire, qui est prévue pour être réglée à différentes valeurs après l'installation du contacteur auxiliaire

3.1.7 Termes et définitions relatifs au fonctionnement des auxiliaires automatiques de commande**3.1.7.1****grandeur d'action**

grandeur physique dont la valeur provoque le fonctionnement ou le non-fonctionnement d'un auxiliaire automatique de commande

3.1.7.2**valeur de fonctionnement**

valeur de la grandeur d'action suffisante pour provoquer le fonctionnement d'un auxiliaire automatique de commande

3.1.7.3**valeur de retour**

valeur de la grandeur d'action qui doit être atteinte à nouveau pour provoquer le retour à sa position de repos d'un auxiliaire automatique de commande qui se trouve en position de fonctionnement

3.1.7.4**valeur différentielle**

différence entre la valeur de fonctionnement et la valeur de retour

3.1.8 Termes et définitions relatifs au fonctionnement des commutateurs rotatifs**3.1.8.1****position définie**

<commutateur rotatif> position dans laquelle le mécanisme de maintien en position pousse le commutateur rotatif et le maintient tant que le couple de commande ne dépasse pas une certaine valeur

3.1.8.2**position de repos**

position (définie) stable dans laquelle le mécanisme de maintien en position tend, par énergie accumulée, à ramener et à maintenir le commutateur rotatif

3.1.8.3**position transitoire**

position (définie) dans laquelle le mécanisme de maintien en position produit une variation importante intentionnelle dans le couple de commande, mais dans laquelle l'organe de commande ne peut rester par lui-même

3.1.8.4**position de rappel**

position (définie) d'un commutateur rotatif dans laquelle l'organe de commande est pressé contre une butée et à partir de laquelle il revient à une position de repos par énergie accumulée (par exemple, au moyen d'un ressort)

Note 1 à l'article: Au cours du déplacement d'une position de rappel à la position de repos adjacente, le commutateur rotatif peut passer par une ou plusieurs positions intermédiaires.

3.1.8.5

position d'accrochage

position de rappel dans laquelle le mécanisme de rappel est maintenu par un dispositif d'accrochage

Note 1 à l'article: Le dispositif d'accrochage peut être relâché à la main ou d'une autre façon.

3.1.8.6

position verrouillée

position (définie) dans laquelle un commutateur rotatif est maintenu par une action séparée

Note 1 à l'article: Le verrouillage peut être obtenu par rotation d'une clef, par action sur un levier, etc.

3.1.8.7

diagramme de fonctionnement

représentation de l'ordre prévu dans lequel les éléments de contact d'un commutateur rotatif fonctionnent lorsque ce commutateur est manœuvré

3.1.9 Termes et définitions relatifs au fonctionnement des auxiliaires de commande à manœuvre mécanique

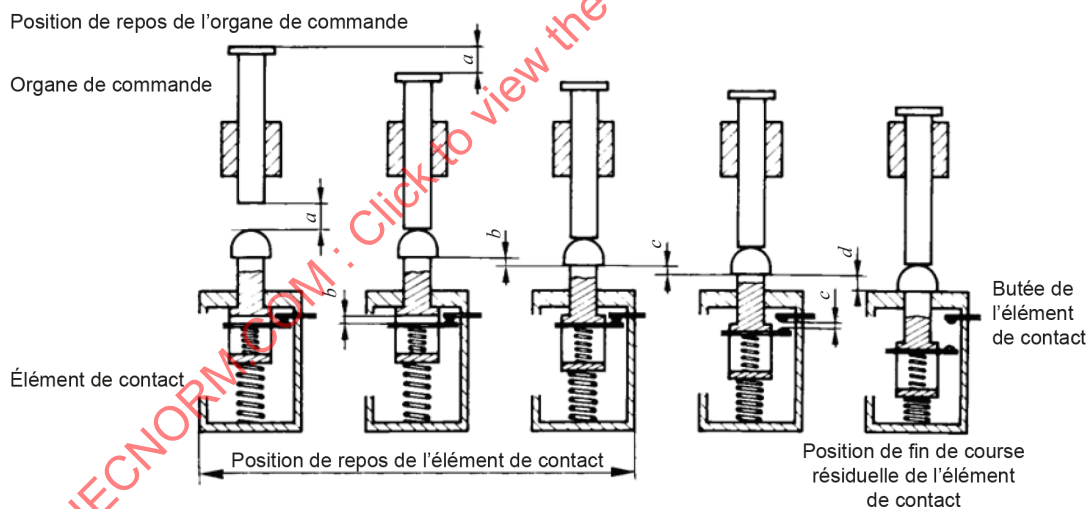
3.1.9.1

course d'approche de l'organe de commande

précourse de l'organe de commande

déplacement maximal de l'organe de commande qui ne produit aucun déplacement des éléments de contact

Note 1 à l'article: Voir cote a de la Figure 1.



IEC

Légende

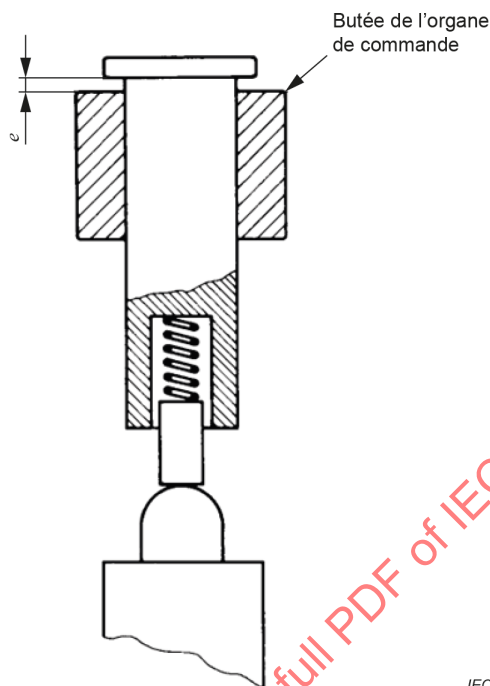
- a course d'approche de l'organe de commande
- b course d'approche de l'élément de contact
- c valeur minimale exigée pour la distance entre contacts ouverts
- d course résiduelle de l'élément de contact

NOTE $b + c + d$ est la course totale de l'élément de contact et $a + b + c + d + e$ la course totale de l'organe de commande. En raison de la possibilité d'une liaison élastique entre l'organe de commande et l'élément de contact (un exemple est donné par la Figure 2), la course résiduelle de l'organe de commande peut être supérieure à la course résiduelle de l'élément de contact d'une longueur e .

Figure 1 – Manœuvre des boutons-poussoirs

3.1.9.2**course résiduelle de l'organe de commande****surcourse de l'organe de commande**

déplacement de l'organe de commande après que tous les contacts ont atteint leur position de fermeture (d'ouverture)



IEC

Figure 2 – Différence e entre la course résiduelle de l'organe de commande et celle de l'élément de contact

3.1.9.3**liaison directe**

liaison entre l'organe de commande et l'élément de contact qui exclut toute course d'approche de l'organe de commande

3.1.9.4**liaison dépendante**

liaison entre l'organe de commande et l'élément de contact telle que l'effort appliqué à l'organe de commande est directement transmis à l'élément de contact

3.1.9.5**liaison indépendante**

liaison entre l'organe de commande et l'élément de contact qui limite l'effort transmis à l'élément de contact

3.1.9.6**couple de commande**

couple appliqué à un organe de commande, nécessaire à l'accomplissement de la manœuvre prévue

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-18, modifié – Remplacement de "moment" par "couple".]

3.1.9.7**couple de rappel**

couple prévu pour rappeler un organe de commande ou un élément de contact à sa position initiale

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-20, modifié – Remplacement de "moment" par "couple".]

3.1.9.8

effort initial minimal

valeur la plus faible de l'effort qui provoque le commencement de la course d'approche de l'organe de commande

3.1.9.9

couple initial minimal

valeur la plus faible du couple qui provoque le commencement de la course d'approche de l'organe de commande

3.1.9.10

effort de commande minimal

valeur minimale de l'effort à appliquer à l'organe de commande pour que tous les contacts atteignent leur position de fermeture (d'ouverture)

3.1.9.11

couple de commande minimal

valeur minimale du couple à appliquer à l'organe de commande pour que tous les contacts atteignent leur position de fermeture (d'ouverture)

3.1.9.12

course d'approche de l'élément de contact

précourse de l'élément de contact

déplacement relatif qui apparaît dans l'élément de contact avant que les contacts se ferment (s'ouvrent)

Note 1 à l'article: Voir cote *b* de la Figure 1.

3.1.9.13

course résiduelle de l'élément de contact

surcourse de l'élément de contact

déplacement relatif qui apparaît dans l'élément de contact après que les contacts ont atteint la position de fermeture (d'ouverture)

Note 1 à l'article: Voir cote *d* de la Figure 1.

3.1.9.14

temps de rebondissement

intervalle de temps entre l'instant où un circuit de contact se ferme ou s'ouvre pour la première fois et l'instant où un circuit de contact est définitivement fermé ou ouvert

[SOURCE: IEC 60050-444:2002, 444-05-04, modifié – Suppression de la Figure 1.]

3.1.10 Termes et définitions relatifs aux interrupteurs magnétiques à lames souples

3.1.10.1

interrupteur magnétique à lames souples

appareil pour circuit de commande qui comporte un ou plusieurs éléments de commutation à lames souples actionnés par un actionneur magnétique

EXEMPLE S: Détecteur de proximité à lames souples, interrupteur à flotteur à lames souples.

Note 1 à l'article: L'interrupteur magnétique à lames souples est appelé détecteur de proximité magnétique à lames souples ou dispositif de détection magnétique dans l'IEC 62246-4.

3.1.10.2**interrupteur magnétique codé**

appareil pour circuit de commande qui comporte deux ou plusieurs éléments de commutation à lames souples actionnés par un actionneur magnétique codé séparé, lorsque cet actionneur atteint une position prédéterminée

EXEMPLE Actionneur magnétique qui comporte des aimants permanents codés.

3.1.10.3**portée assignée** s_n

grandeur conventionnelle utilisée pour spécifier les portées

Note 1 à l'article: Elle ne tient pas compte des tolérances de fabrication ni des variations dues aux conditions externes telles que tension et température.

[SOURCE: IEC 60947-5-2:2019, 3.3.1.1, modifié – Suppression de la Note 2 à l'article.]

3.1.10.4**portée de travail assurée** s_{ao}

distance, depuis la face sensible, sur laquelle la détection correcte de la présence de l'actionneur magnétique est faite dans toutes les conditions d'environnement et les tolérances de fabrication spécifiées

[SOURCE: IEC 60947-5-3:2013, 2.6.4, modifié – Remplacement de "la cible spécifiée" par "l'actionneur magnétique".]

3.1.10.5**portée de déclenchement assurée** s_{ar}

distance, depuis la face sensible, sur laquelle la détection correcte de l'absence de l'actionneur magnétique est faite dans toutes les conditions d'environnement et les tolérances de fabrication spécifiées

[SOURCE: IEC 60947-5-3:2013, 2.6.5, modifié – Remplacement de "la cible spécifiée" par "l'actionneur magnétique".]

3.1.10.6**actionneur magnétique**

composant métallique séparé (ou intégré), solénoïdes ou autres sources magnétiques qui activent les contacts à lames souples de l'interrupteur magnétique en faisant varier la valeur du champ magnétique dans la zone de détection

EXEMPLES Aimants permanents, plaques ferromagnétiques.

3.1.11 Termes et définitions relatifs aux appareils de classe II pour circuits de commande**3.1.11.1****encapsulation**

procédé par lequel tous les composants, conducteurs et extrémités de câbles sont revêtus par un compound isolant par un moyen approprié tel que l'enrobage ou l'empotage

3.1.11.2**enrobage**

procédé de revêtement complet d'un ou de plusieurs matériels électriques qui consiste à verser sur ceux-ci un compound dans un moule et à retirer du moule les matériels revêtus après solidification du compound

3.1.11.3

empotage

procédé d'enrobage dans lequel le moule reste attaché aux matériels électriques revêtus

3.1.11.4

compound

matériaux thermodurcissables, thermoplastiques, à solidification par catalyse et élastomères avec ou sans charges et/ou additifs, après leur solidification

3.1.11.5

double isolation

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

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-06-08]

3.1.11.6

isolation renforcée

isolation des parties actives dangereuses assurant un degré de protection contre les chocs électriques équivalant à celui d'une double isolation

Note 1 à l'article: L'isolation renforcée peut comporter plusieurs couches qui ne peuvent pas être soumises aux essais séparément en tant qu'isolation principale ou isolation supplémentaire.

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-06-09, modifié – Ajout des mots "des parties actives dangereuses".]

3.1.12 Termes et définitions relatifs aux appareils pour circuits de commande avec câble faisant partie intégrante de l'appareil

3.1.12.1

appareil pour circuit de commande avec câble raccordé

appareil pour circuit de commande avec des fils qui font partie intégrante de l'appareil pour la connexion électrique à un autre matériel et/ou une source d'énergie électrique

3.1.12.2

moyens d'étanchéité de l'entrée du câble

moyens d'étanchéité entre le câble et l'enveloppe de l'appareil qui assure la protection exigée contre l'abrasion du câble et qui peut assurer l'étanchéité exigée de l'enveloppe et de la fixation du câble

3.1.12.3

fixation du câble

moyens pour réduire les contraintes mécaniques à l'extrémité du câble et ainsi d'éviter les détériorations de la connexion électrique entre l'appareil et le câble

3.1.13 Termes et définitions relatifs aux éléments de commutation à semiconducteurs

3.1.13.1

chute de tension

U_d

tension mesurée sur l'élément de commutation à semiconducteur lorsque celui-ci est parcouru par le courant d'emploi dans des conditions spécifiées

3.1.13.2

courant minimal d'emploi

I_m

courant nécessaire pour maintenir l'élément de commutation à semiconducteur à l'état passant

3.1.13.3 courant bloquant

I_r

courant qui traverse le circuit de charge lorsque l'élément de commutation est à l'état bloquant

3.1.14 Termes et définitions relatifs aux voyants lumineux, colonnes lumineuses et dispositifs de signalisation sonore

3.1.14.1 voyant lumineux

signal lumineux d'information qui fonctionne par allumage ou extinction

3.1.14.2 cabochon d'un voyant lumineux

partie apparente, amovible ou non, qui constitue la surface rendue intentionnellement transparente ou translucide

3.1.14.3 monture

dispositif de fixation d'un cabochon

3.1.14.4 voyant lumineux à dispositif incorporé de réduction de tension

voyant lumineux dont le corps contient un dispositif (transformateur, résistance, etc.) destiné à fournir aux bornes d'une lampe une tension différente de la tension assignée d'emploi du voyant

3.1.14.5 colonne lumineuse

ensemble qui comprend une ou plusieurs unités de signalisation qui fournissent des informations par des signaux visibles ou audibles

Note 1 à l'article: D'autres éléments, par exemple des éléments d'interface de réseau, peuvent être ajoutés.

3.1.14.6 dispositif de signalisation sonore monté sur panneau

appareil fixé en un seul trou, éclairé ou non, qui donne des informations au moyen d'un signal auditif

Note 1 à l'article: Selon la définition 3.2 de l'ISO 7731:2003, les dispositifs de signalisation sonore montés sur panneau sont généralement utilisés pour fournir des signaux auditifs d'avertissement, mais ne sont pas destinés aux signaux d'urgence.

3.1.14.7 niveau de pression acoustique

dix fois le logarithme décimal du rapport entre le carré de la moyenne temporelle d'un signal de pression acoustique et le carré de la valeur de référence

Note 1 à l'article: Le niveau de pression acoustique est exprimé en décibels (dB).

Note 2 à l'article: La valeur de référence est 20 µPa.

[SOURCE: IEC 61672-1:2013, 3.2]

3.1.15 Termes et définitions relatifs aux auxiliaires de commande à manœuvre positive d'ouverture

3.1.15.1 auxiliaire de commande à manœuvre positive d'ouverture

auxiliaire de commande qui comporte un ou plusieurs éléments de contact à ouverture associés à son organe de commande par des pièces non élastiques de manière à assurer la pleine

ouverture des éléments de contact à ouverture lorsque l'organe de commande est déplacé de la course d'ouverture positive par application de la force indiquée par le fabricant

3.1.15.2

manœuvre positive d'ouverture

<élément de contact> accomplissement de la séparation des contacts qui résulte directement d'un mouvement spécifié de l'organe de commande et effectué au moyen de pièces non élastiques (par exemple sans l'intermédiaire de ressorts)

3.1.15.3

course d'ouverture positive

course entre le début du mouvement de l'organe de commande et la position qui correspond à l'accomplissement de la manœuvre positive des contacts à ouverture

3.1.15.4

force d'ouverture positive

force de commande appliquée à l'organe de commande pour accomplir la manœuvre positive d'ouverture

3.1.15.5

couple d'ouverture positif

couple de commande, dans le cas d'un commutateur rotatif, appliqué à l'organe de commande pour accomplir la manœuvre positive d'ouverture

3.1.16 Termes et définitions relatifs à l'interface de communication numérique

3.1.16.1

interface de communication numérique point à point

SDCI

interface de communication numérique pour appareils de connexion 24 V (par exemple IO-Link^{TM1}) qui définit une liaison de communication point à point pour le raccordement de capteurs et d'actionneurs à une unité maître

Note 1 à l'article: L'abréviation "SDCI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "single drop digital communication interface".

3.1.17 Index alphabétique des définitions

A

actionneur magnétique	3.1.10.6
appareil pour circuit de commande	3.1.2.1
appareil pour circuit de commande avec câble raccordé	3.1.12.1
auxiliaire à tige guidée	3.1.4.19
auxiliaire à tige libre.....	3.1.4.20
auxiliaire automatique de commande	3.1.7
auxiliaire de commande	3.1.2.2
auxiliaire de commande à manœuvre positive d'ouverture	3.1.15.1
auxiliaire de commande apte au sectionnement	3.1.2.3

¹ IO-LinkTM est une appellation commerciale du "Consortium IO-Link". Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs de la présente publication et ne signifie nullement que l'IEC approuve l'emploi du détenteur de l'appellation commerciale ou de ses produits. Des produits équivalents peuvent être utilisés s'il est démontré qu'ils aboutissent aux mêmes résultats.

B

borne à faible courant	3.1.2.10
bouton	3.1.5.14
bouton affleurant	3.1.5.15
bouton à tirer	3.1.4.2
bouton coup de poing	3.1.5.18
bouton dépassant	3.1.5.17
bouton en retrait	3.1.5.16
bouton "pousser-tirer"	3.1.4.3
bouton-poussoir	3.1.4.1
bouton-poussoir à accrochage	3.1.4.5
bouton-poussoir à action différée	3.1.4.9
bouton-poussoir à clef	3.1.4.7
bouton-poussoir à garde	3.1.4.12
bouton-poussoir à retour différé	3.1.4.8
bouton-poussoir à verrouillage	3.1.4.6
bouton-poussoir couvert	3.1.4.11
bouton-poussoir guidé	3.1.4.14
bouton-poussoir libre	3.1.4.13
bouton-poussoir lumineux	3.1.4.10
bouton rotatif	3.1.4.4
butée	3.1.5.20

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-1:2024

C

cabochon d'un voyant lumineux	3.1.14.2
chute de tension	3.1.13.1
colonne lumineuse	3.1.14.5
commutateur rotatif à clef	3.1.4.16
commutateur rotatif à manœuvre limitée	3.1.4.17
commutateur rotatif de commande	3.1.4.15
commutateur rotatif unidirectionnel	3.1.4.18
compound	3.1.11.4
condition de premier défaut	3.1.2.6
conditions anormales de charge.....	3.1.2.9
conditions normales de charge	3.1.2.8
contacteur auxiliaire instantané	3.1.3.1
contacteur auxiliaire temporisé	3.1.3.2
couple de commande	3.1.9.6
couple de commande minimal	3.1.9.11
couple de rappel	3.1.9.7
couple d'ouverture positif	3.1.15.5
couple initial minimal	3.1.9.9
courant bloquant	3.1.13.3
courant minimal d'emploi	3.1.13.2
course d'approche de l'élément de contact	3.1.9.12
course d'approche de l'organe de commande	3.1.9.1
course d'ouverture positive	3.1.15.3
course résiduelle de l'élément de contact	3.1.9.13
course résiduelle de l'organe de commande	3.1.9.2

D

diagramme de fonctionnement	3.1.8.7
dispositif de signalisation sonore monté sur panneau.....	3.1.14.6
double isolation	3.1.11.5

E

effort de commande minimal	3.1.9.10
effort initial minimal	3.1.9.8
élément à semiconducteur	3.1.5.2
élément de commutation	3.1.5.1
élément de contact	3.1.5.3
élément de contact à action brusque indépendante	3.1.5.11
élément de contact à action dépendante	3.1.5.12
élément de contact à double coupure	3.1.5.5
élément de contact à fermeture (élément de contact normalement ouvert)	3.1.5.6
élément de contact à ouverture (élément de contact normalement fermé)	3.1.5.7
élément de contact à simple coupure	3.1.5.4
élément de contact de passage	3.1.5.9
éléments de contact à deux directions	3.1.5.8
éléments de contact électriquement séparés	3.1.5.10
éléments de contact mécaniquement liés	3.1.5.21
empotage	3.1.11.3
encapsulation	3.1.11.1
enrobage	3.1.11.2

F

fixation du câble	3.1.12.3
force d'ouverture positive	3.1.15.4

G

grandeur d'action	3.1.7.1
-------------------------	---------

I

interface de communication numérique point à point	3.1.16.1
interrupteur à pédale	3.1.4.21
interrupteur de position	3.1.3.3
interrupteur magnétique à lames souples	3.1.10.1
interrupteur magnétique codé	3.1.10.2
isolation renforcée	3.1.11.6

L

liaison dépendante	3.1.9.4
liaison directe	3.1.9.3
liaison indépendante	3.1.9.5

M

manœuvre positive d'ouverture	3.1.15.2
mécanisme de maintien en position (d'un commutateur rotatif)	3.1.5.19
monture	3.1.14.3
moyens d'étanchéité de l'entrée du câble	3.1.12.2

N

niveau de pression acoustique 3.1.14.7

P

personnel qualifié 3.1.2.11

portée assignée 3.1.10.3

portée de déclenchement assurée 3.1.10.5

portée de travail assurée 3.1.10.4

position d'accrochage 3.1.8.5

position définie (d'un commutateur rotatif) 3.1.8.1

position de rappel 3.1.8.4

position de repos 3.1.8.2

position transitoire 3.1.8.3

position verrouillée 3.1.8.6

poste de commande 3.1.2.4

programmeur 3.1.3.4

S

source d'énergie limitée 3.1.2.5

T

temporisation d (d'un élément de contact) 3.1.6.2

temporisation e (d'un élément de contact) 3.1.6.1

temporisation fixe (d'un élément de contact) 3.1.6.3

temporisation réglable (d'un élément de contact) 3.1.6.4

temps de rebondissement 3.1.9.14

temps de recouvrement 3.1.2.7

U

unité de contact 3.1.5.13

V

valeur de fonctionnement 3.1.7.2

valeur de retour 3.1.7.3

valeur différentielle 3.1.7.4

voyant lumineux 3.1.14.1

voyant lumineux à dispositif incorporé de réduction de tension 3.1.14.4

3.2 Symboles et termes abrégés

CEM	compatibilité électromagnétique
EUT (equipment under test)	matériel à l'essai
I_e	courant assigné d'emploi
I_{th}	courant thermique conventionnel à l'air libre
I_{the}	courant thermique conventionnel sous enveloppe
SCPD (short-circuit protective device)	dispositif de protection contre les courts-circuits
$T_{0,95}$	temps mis pour atteindre 95 % du courant en régime établi
U_c	tension assignée du circuit de commande
U_e	tension assignée d'emploi
U_i	tension assignée d'isolement
U_{imp}	tension assignée de tenue aux chocs
U_s	tension d'alimentation assignée du circuit de commande

4 Classification

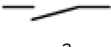
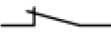
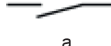
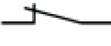
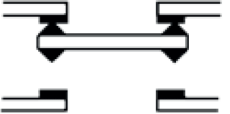
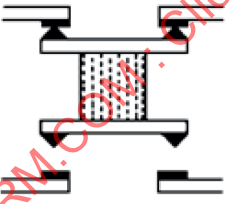
4.1 Éléments de contact

Les éléments de contact peuvent être classés comme suit.

- Catégories d'emploi (voir 5.4).
- Caractéristiques électriques fondées sur les catégories d'emploi (voir Annexe A).
- L'une des lettres de formes suivantes (voir Figure 3):
 - Forme A – Élément de contact à fermeture à simple coupure;
 - Forme B – Élément de contact à ouverture à simple coupure;
 - Forme C – Élément de contact à deux directions à simple coupure à trois bornes;
 - Forme X – Élément de contact à fermeture à double coupure;
 - Forme Y – Élément de contact à ouverture à double coupure;
 - Forme Z – Élément de contact à deux directions à double coupure à quatre bornes.
- Autres types qui ne figurent pas en c).

NOTE 1 En ce qui concerne la Figure 3 e), les deux éléments de contact mobiles sont électriquement séparés (voir 3.1.5.10).

NOTE 2 Une distinction est établie entre les éléments de contact à deux directions à fermeture avant coupure (chevauchement) pour lesquels les deux circuits sont simultanément fermés pendant une partie de la course des contacts mobiles d'une position à l'autre, et les éléments de contact à deux directions à coupure avant fermeture (sans chevauchement) pour lesquels les deux circuits sont simultanément ouverts pendant une partie de la course des contacts mobiles d'une position à une autre. Sauf spécification contraire, les éléments de contact à deux directions sont à coupure avant fermeture.

N° de figure	Figure	Symboles	Forme	Description
3a)		 a	A	Élément de contact à simple coupure à deux bornes
		 a	B	
3b)		 a	X	Élément de contact à double coupure à deux bornes
		 a	Y	
3c)		 a	C	Élément de contact à deux directions à simple coupure à trois bornes
3d)			Za	Élément de contact à deux directions à double coupure à quatre bornes ^{b)}
3e)			Zb	Élément de contact à deux directions à double coupure à quatre bornes (Les deux contacts mobiles sont électriquement séparés) ^{c)}

IEC

^a Symboles conformes à l'IEC 60617.

^b Les contacts sont de même polarité.

^c Les configurations associant des contacts électriquement séparés sont également couvertes par Zb.

Figure 3 – Exemples d'éléments de contact (schémas)

4.2 Auxiliaires de commande

Les auxiliaires de commande peuvent être classés en fonction de leur élément de contact et de la nature de leur mécanisme transmetteur, par exemple boutons-poussoirs, forme X.

4.3 Appareils pour circuits de commande

Les appareils pour circuits de commande peuvent être classés en fonction de leur auxiliaire de commande et du matériel de commande associé, par exemple boutons-poussoirs et voyants lumineux.

4.4 Éléments de commutation temporisée

Une distinction est établie suivant la manière dont est réalisée la temporisation, par exemple temporisation électrique, magnétique, mécanique ou pneumatique.

4.5 Montage des auxiliaires de commande

Le montage des auxiliaires de commande peut être classé en fonction des dimensions du trou de montage, par exemple D12, D16, D22, D30 (voir 7.3.2).

5 Caractéristiques

5.1 Énumération des caractéristiques

5.1.1 Généralités

Les caractéristiques des appareils et des éléments de commutation pour circuits de commande doivent être indiquées dans les termes suivants lorsque ceux-ci s'appliquent:

- type de matériel (voir 5.2);
- valeurs assignées et valeurs limites des éléments de commutation (voir 5.3);
- catégories d'emploi des éléments de commutation (voir 5.4);
- caractéristiques en conditions normales et anormales de charge (voir 5.3.6);
- circuits de commande (voir 5.5).

NOTE Pour les points qui font l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur, voir l'Annexe E.

Pour l'échange d'informations au format électronique (catalogue électronique, par exemple), l'IEC 62683, disponible sous format électronique dans la base de données du CDD de l'IEC, donne le format de données des caractéristiques essentielles de plusieurs appareils pour circuits de commande et de leurs accessoires.

5.1.2 Fonctionnement d'un auxiliaire de commande

Le principal emploi d'un auxiliaire de commande est la commutation de charges de circuits de commande, comme cela est indiqué dans le Tableau 1 pour les différentes catégories d'emploi.

D'autres emplois, par exemple la commande de lampes à filament de tungstène, celle de petits moteurs, etc., ne sont pas traités en détail dans le présent document, mais ils sont mentionnés en 5.3.6.1.

Tableau 1 – Catégories d'emploi des éléments de commutation

Nature du courant	Catégorie	Applications caractéristiques
Courant alternatif	AC-12	Commande de charges ohmiques et de charges statiques isolées par photocoupleur
	AC-13	Commande de charges statiques isolées par transformateur
	AC-14	Commande de faibles charges électromagnétiques (≤ 72 VA)
	AC-15	Commande de charges électromagnétiques (> 72 VA)
Courant continu	DC-12	Commande de charges ohmiques et de charges statiques isolées par photocoupleur
	DC-13	Commande d'électroaimants
	DC-14	Commande de charges électromagnétiques avec des résistances d'économie dans le circuit

5.2 Type de l'appareil pour circuits de commande ou de l'élément de commutation

5.2.1 Nature de l'appareil pour circuit de commande

La nature de l'appareil pour circuit de commande doit être précisée:

- auxiliaires manuels de commandes, par exemple boutons-poussoirs, commutateurs rotatifs, interrupteurs à pédale, etc.;
- auxiliaires électromagnétiques de commande, soit temporisés soit instantanés, par exemple contacteurs auxiliaires;
- auxiliaires automatiques de commande, par exemple détecteurs de pression à contacts, détecteurs de température à contacts (thermostats), programmeurs, etc.;
- interrupteurs de position;
- interrupteurs magnétiques à lames souples;
- matériel de commande associé, par exemple voyants lumineux, etc.

5.2.2 Nature des éléments de commutation

La nature des éléments de commutation doit être précisée:

- contacts auxiliaires d'un appareil de connexion (par exemple contacteur, disjoncteur, etc.) qui ne sont pas prévus pour être utilisés exclusivement avec la bobine de cet appareil;
- contacts de verrouillage de portes d'enveloppes;
- contacts de circuits de commande d'interrupteurs rotatifs;
- contacts de circuits de commande de relais de surcharge.

5.2.3 Nombre de pôles

Le nombre de pôles doit être précisé.

5.2.4 Nature du courant

La nature du courant doit être précisée:

- courant alternatif;
- courant continu.

5.2.5 Milieu de coupure

Le milieu de coupure doit être précisé:

- air;
- huile;
- gaz;
- vide, etc.

5.2.6 Conditions de fonctionnement

5.2.6.1 Mode de manœuvre

Le mode de manœuvre doit être précisé:

- manuel;
- électromagnétique;
- pneumatique;
- électropneumatique.

5.2.6.2 Mode de commande

Le mode de commande doit être précisé:

- automatique;
- non automatique;
- semi-automatique.

5.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour les éléments de commutation

5.3.1 Généralités

Les valeurs assignées relatives aux éléments de commutation des appareils pour circuits de commande doivent être fixées selon 5.3.2 à 5.3.6, mais il n'est pas nécessaire de spécifier toutes les valeurs énumérées.

5.3.2 Tensions assignées (d'un élément de commutation)

5.3.2.1 Généralités

Un élément de commutation est défini par les tensions assignées données du 5.3.2.2 au 5.3.2.4.

5.3.2.2 Tension assignée d'emploi (U_e)

Le 5.3.1.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

NOTE Pour les applications des auxiliaires de commande à faible courant, voir l'IEC 60947-5-4.

5.3.2.3 Tension d'isolement assignée (U_i)

Le 5.3.1.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

5.3.2.4 Tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp})

Le 5.3.1.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

5.3.3 Courants

5.3.3.1 Généralités

Un élément de commutation est caractérisé par les courants donnés du 5.3.3.2 au 5.3.3.4.

5.3.3.2 Courant thermique conventionnel à l'air libre (I_{th})

Le 5.3.2.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

5.3.3.3 Courant thermique conventionnel sous enveloppe (I_{the})

Le 5.3.2.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

5.3.3.4 Courant assigné d'emploi (I_e)

Le premier alinéa du 5.3.2.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

5.3.4 Fréquence assignée

Le 5.3.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

5.3.5 Vacant

5.3.6 Caractéristiques en conditions normales et anormales de charge

5.3.6.1 Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure et comportement des éléments de commutation en conditions normales de charge

Un élément de commutation doit satisfaire aux exigences contenues du Tableau 2 qui correspondent à la catégorie d'emploi qui lui est attribuée et aux exigences qui correspondent à sa tension assignée d'emploi.

NOTE Il n'est pas nécessaire de préciser séparément un pouvoir de fermeture et un pouvoir de coupure pour un élément de commutation auquel une catégorie d'emploi a été attribuée.

Un élément de commutation conçu pour la commande de petits moteurs et de lampes à filament de tungstène doit avoir une catégorie d'emploi assignée selon l'IEC 60947-4-1 et satisfaire aux exigences correspondantes de cette publication.

EXEMPLE 1 Un exemple type de faible charge de moteur est la charge des moteurs pour applications domestiques et analogues (AC-7a, AC-7b); voir Tableau 1 de l'IEC 60947-4-1:2018.

EXEMPLE 2 Des exemples types de charges de lampes sont les lampes à décharge électriques ou les lampes à incandescence (AC-5a, AC-5b); voir Tableau 1 de l'IEC 60947-4-1:2018.

Tableau 2 – Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation dans les conditions normales de charge qui correspondent aux catégories d'emploi

Catégorie d'emploi	Fermeture ^{a, e}			Coupure ^{a, e}			Durée minimale à l'état passant	Séquence, nombre et cadence des manœuvres			
	III_e	UIU_e		III_e	UIU_e						
Courant alternatif			$\cos \varphi$			$\cos \varphi$	Cycles (à 50 Hz ou 60 Hz)	N° d'ordre ^{d, e}			
								1	2	3	4
AC-12	1	1	0,9	1	1	0,9	2	50	10	990	5 000
AC-13	2	1	0,65	1	1	0,65	2 ^b				
AC-14	6	1	0,3	1	1	0,3	2 ^b				
AC-15	10	1	0,3	1	1	0,3	2 ^b				
Courant continu			$T_{0,95}$ ms			$T_{0,95}$ ms	Temps ms				
DC-12	1	1	1	1	1	1	25	50	10	990	5 000
DC-13	1	1	$6 \times P^c$	1	1	$6 \times P^c$	$T_{0,95}$				
DC-14	10	1	15	1	1	15	25 ^b				
I_e courant assigné d'emploi							I courant à établir ou à couper				
U_e tension assignée d'emploi							U tension avant établissement				
$P = U_e \times I_e$ puissance absorbée en régime établi, en W							$T_{0,95}$ temps mis pour atteindre 95 % du courant en régime établi				
NOTE Voir 9.3.3.5.3 pour l'objectif de l'essai.											
^a Pour les tolérances sur les grandeurs d'essai, voir 9.3.2.2. ^b Chacune des deux durées à l'état passant (pour $I_{\text{établissement}}$ et pour I_{coupure}) doit être au moins égale à 2 cycles (ou 25 ms en DC-14). ^c La valeur "$6 \times P$" résulte d'une relation empirique dont il s'avère qu'elle représente la plupart des charges magnétiques en courant continu jusqu'à une limite supérieure de $P = 50$ W, soit $6 \times P = 300$ ms. Il est admis par hypothèse que les charges qui ont une puissance absorbée supérieure à 50 W sont composées de charges plus faibles en parallèle. En conséquence, la valeur de 300 ms constitue une limite supérieure quelle que soit la puissance absorbée. Pour les appareils pour circuits de commande avec éléments de commutation à semiconducteurs, la valeur maximale de la constante de temps doit être de 60 ms, soit $T_{0,95} = 180$ ms ($3 \times$ constante de temps). ^d Pour toutes les catégories d'emploi, la séquence d'essais doit être effectuée dans l'ordre donné. ^e La cadence pour l'essai doit être la suivante. Pour l'ordre n°1: 6 cycles de manœuvres par minute, qui doivent être effectués avec la tension d'essai augmentée à $U_e \times 1,1$ et le courant d'essai correspondant, le courant d'essai I ayant d'abord été réglé avec la tension à U_e. Pour l'ordre n°2: aussi rapidement que possible tout en assurant une fermeture et une ouverture complètes des contacts. Pour l'ordre n°3: 60 cycles de manœuvres par minute. Pour l'ordre n°4: 6 cycles de manœuvres par minute. Exception: Pour les essais des contacts auxiliaires d'un appareil de connexion (par exemple, contacteur ou disjoncteur) qui sont prévus uniquement pour être utilisés avec cet appareil ou une série de celui-ci, le contact auxiliaire étant actionné par le mécanisme de manœuvre de l'appareil de connexion, l'essai peut être effectué à la cadence maximale de manœuvres de cet appareil de contact auxiliaire si cette cadence est inférieure aux valeurs données dans le présent tableau. Lorsque le contact auxiliaire est prévu pour être utilisé avec une série d'appareils de connexion, la cadence doit être la cadence maximale disponible dans la série.											

5.3.6.2 Pouvoirs de fermeture et de coupure en conditions anormales de charge

Un élément de commutation doit satisfaire aux exigences du Tableau 3 qui correspondent à la catégorie d'emploi qui lui est attribuée. Un auxiliaire de commande doit être capable d'interrompre le courant qui correspond à de telles conditions anormales de charge.

NOTE Un exemple de condition anormale d'emploi correspond au cas où l'électroaimant ne fonctionne pas et où les éléments de commutation doivent couper le courant d'établissement.

Tableau 3 – Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation dans les conditions anormales de charge qui correspondent aux catégories d'emploi

Catégorie d'emploi	Établissement ^a			Coupure ^a			Durée minimale à l'état passant	Manœuvres d'établissement et de coupure	
	$III I_e$	$UI U_e$		$III I_e$	$UI U_e$			Nombre	Cadence par minute
Courant alternatif			$\cos \varphi$			$\cos \varphi$	Cycles (à 50 Hz ou 60 Hz)		
AC-12	–	–	–	–	–	–	2 ^c	–	–
AC-13 ^b	10	1,1	0,65	1,1	1,1	0,65	2	10	6
AC-14	6	1,1	0,7	6	1,1	0,7	2	10	6
AC-15	10	1,1	0,3	10	1,1	0,3	2	10	6
Courant continu			$T_{0,95}$ ms			$T_{0,95}$ ms	Temps ms		
DC-12	–	–	–	–	–	–	–	–	–
DC-13 ^d	–	–	–	–	–	–	–	–	–
DC-14	10	1,1	15	10	1,1	15	25 ^c	10	6
I_e courant assigné d'emploi I courant à établir ou à couper U_e tension assignée d'emploi U tension avant établissement $P = U_e \times I_e$ puissance absorbée en régime établi, en W $T_{0,95}$ temps mis pour atteindre 95 % du courant en régime établi									
NOTE La condition anormale consiste à simuler un électroaimant bloqué en position ouverte. Voir 9.3.3.5.4.									
^a Pour les tolérances sur les grandeurs d'essai, voir 9.3.2.2. ^b Pour les appareils pour circuits de commande avec éléments de commutation à semiconducteurs, il convient d'utiliser un dispositif de protection contre les surcharges spécifié par le fabricant pour vérifier les conditions anormales. ^c Chacune des deux durées à l'état passant (pour $I_{\text{établissement}}$ et pour I_{coupure}) doit être au moins égale à 2 cycles (ou 25 ms en DC-14). ^d L'essai de DC-13 dans des conditions anormales est couvert par l'essai dans des conditions normales.									

5.3.7 Caractéristiques de court-circuit- – Courant conditionnel de court-circuit assigné

Le 5.3.6.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

5.4 Catégories d'emploi des éléments de commutation

Les catégories d'emploi mentionnées 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 ou le devis du fabricant peuvent tenir lieu d'un tel accord.

5.5 Circuits de commande

Le 5.5.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant à la liste des caractéristiques:

- l'énergie limitée (si la source est conforme au 8.1.18 du présent document);
- l'alimentation TBTS (TBTP) (conformément à l'Annexe N de l'IEC 60947-1:2020);
- la consommation d'énergie de l'électroaimant d'un contacteur auxiliaire, nécessaire pour déterminer les caractéristiques de l'alimentation du circuit de commande, qui est donnée par:
 - la puissance de maintien; et
 - la puissance d'appel

selon l'IEC 60947-4-1.

NOTE Aux États-Unis et au Canada, les circuits de commande peuvent être alimentés par des sources de classe 2 telles que définies dans le NFPA 70, National Electrical Code, et le CSA C22.1, CE Code, en lieu et place ou en complément des sources TBTS (TBTP).

5.6 Vacant

5.7 Vacant

5.8 Vacant

5.9 Vacant

5.10 Éléments de contact électriquement séparés

Le fabricant doit préciser si les éléments de contact d'un appareil pour circuit de commande sont électriquement séparés ou non (voir 3.1.5.10). Les éléments de contact séparés doivent être présumés de polarité opposée, sauf indication contraire du fabricant.

5.11 Grandeurs d'action des auxiliaires automatiques de commande

Les valeurs de fonctionnement et de retour doivent être déterminées d'après les valeurs uniformes croissantes et normales décroissantes de la grandeur d'action. Sauf spécification contraire, la vitesse de changement doit être régulière et telle que la valeur de fonctionnement (ou de retour) soit atteinte en 10 s au moins.

La valeur de fonctionnement et celle de retour peuvent être toutes deux des valeurs fixes, ou l'une d'elles ou les deux peuvent être réglables (ou la valeur différentielle peut être réglable).

Le cas échéant, le fabricant doit indiquer une valeur de tenue, soit une valeur maximale supérieure à celle du réglage le plus haut de la valeur de fonctionnement, soit une valeur minimale inférieure au réglage le plus bas de la valeur de retour. Une valeur de tenue implique que l'auxiliaire automatique de commande ne subit aucun dommage et que ses caractéristiques ne sont pas modifiées.

5.12 Auxiliaires automatiques de commande qui ont deux éléments de contact ou plus

Les auxiliaires automatiques de commande qui ont deux éléments de contact ou plus, non réglables séparément, peuvent avoir des valeurs de fonctionnement et de retour différentes pour chaque élément de contact.

Un auxiliaire automatique de commande qui a deux éléments de contact ou plus, réglés séparément, est considéré comme une combinaison d'auxiliaires automatiques de commande.

6 Informations sur le matériel

6.1 Nature des informations

Les informations suivantes doivent être données par le fabricant:

Identification

- a) nom du fabricant ou marque commerciale;
- b) désignation du type ou numéro de série qui permet d'obtenir les renseignements pertinents relatifs à l'élément de commutation (ou à l'auxiliaire de commande complet) auprès du fabricant ou d'après son catalogue ou d'après l'Annexe A;
- c) IEC 60947-5-1 si le fabricant déclare la conformité au présent document;

Caractéristiques

- d) tensions assignées d'emploi (voir 5.3.2.2);
- e) catégorie d'emploi et courants assignés d'emploi aux tensions assignées d'emploi de l'appareil pour circuit de commande. Si les contacts auxiliaires d'un appareil de connexion (contacteur ou disjoncteur) sont prévus uniquement pour être utilisés avec cet appareil ou une série de celui-ci (voir note de bas de tableau e du Tableau 2), la charge commandée (c'est-à-dire la bobine de l'appareil de connexion) doit être identifiée;
- f) valeur de la ou des fréquences assignées (voir 5.3.4), le cas échéant, par exemple: 50 Hz, 50 Hz/60 Hz, et/ou indication "courant continu" ou le symbole  (IEC 60417-5031:2002-10);
- g) effort (ou couple) de commande, le cas échéant;
- h) temps de recouvrement, le cas échéant;

Sécurité et installation

- i) tension assignée d'isolement (voir 5.3.2.3);
- j) tension assignée de tenue aux chocs (voir 5.3.2.4);
- k) tension assignée du circuit de commande U_C (voir 5.5), nature du courant et fréquence assignée, le cas échéant;
- l) tension d'alimentation assignée du circuit de commande U_S (voir 5.5), nature du courant et fréquence assignée, le cas échéant.

Dans le cas de bobines d'électroaimants commandées électroniquement, d'autres informations peuvent également être nécessaires, par exemple la configuration du circuit de commande (voir 5.5);

- m) code IP (voir Annexe C de l'IEC 60947-1:2020);
- n) degré de pollution (voir 7.1.3.2);
- o) type et valeurs maximales des caractéristiques assignées des dispositifs de protection contre les courts-circuits (voir 9.3.4.3);
- p) courant de court-circuit conditionnel;
- q) aptitude au sectionnement, le cas échéant, avec le symbole IEC 60617-S00288:2001-07;
- r) pour chaque circuit pertinent, aptitude à l'utilisation avec un circuit TBTS/TBTP à la tension maximale assignée d'emploi correspondante (voir l'IEC 61140 et Annexe N de l'IEC 60947-1:2020);
- s) longueur d'isolant à enlever avant d'insérer le conducteur dans la borne;

- t) pour les bornes non universelles sans vis:
- "s" ou "sol" pour les bornes déclarées pour les âmes massives;
 - "r" pour les bornes déclarées pour les âmes massives et câblées;
 - "f" pour les bornes déclarées pour les âmes souples;
- u) indication des éléments de contact de même polarité;
- v) nombre maximal de contacts à assembler dans l'auxiliaire de commande, le cas échéant;
- w) pour les sources lumineuses du matériel, informations de mise en garde selon le danger de rayonnement optique prévu, le cas échéant;

NOTE Une classification en groupe de risque lié au danger et une suggestion d'informations de mise en garde sont données en 6.1 de l'IEC 62471:2006 et dans l'IEC TR 62471-2:2009².

- x) environnement A ou environnement B pour la CEM (voir 8.3.1 de l'IEC 60947-1:2020).

Les informations facultatives suivantes peuvent être fournies:

- y) déclaration des matériaux conformément à l'IEC TS 63058:2021 (voir 6.4.2).

6.2 Marquage

6.2.1 Généralités

Les marques doivent être indélébiles et facilement lisibles et ne doivent pas être apposées sur des vis ou des rondelles amovibles.

Le marquage des informations qui figurent en a) et b) du 6.1 est obligatoire sur la plaque signalétique de l'appareil pour circuit de commande, de manière à pouvoir obtenir des informations complètes auprès du fabricant.

Le marquage des informations données en n) du 6.1 doit figurer sur la plaque signalétique de l'appareil pour circuit de commande afin d'assurer le câblage correct de l'installation.

Lorsqu'il y a suffisamment de place, les informations données de c) à f) et de i) à o) du 6.1 doivent figurer sur la plaque signalétique ou sur l'appareil pour circuit de commande, ou à défaut dans la documentation du fabricant.

L'indication "s", "sol", "r" ou "f" pour les bornes sans vis non universelles doit figurer sur l'appareil ou, si l'espace disponible n'est pas suffisant, sur le plus petit élément d'emballage ou dans les informations techniques fournies avec le produit.

Le marquage des données en w) du 6.1 doit être fourni.

Des exigences de marquage supplémentaires sont spécifiées dans les annexes du présent document et doivent être prises en compte, le cas échéant.

6.2.2 Identification et marquage des bornes

Le 8.1.8.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique, avec les exigences supplémentaires énoncées à l'Annexe M.

² Cette publication a été supprimée. Au moment de la publication du présent document, aucun document successeur de l'IEC TR 62471-2 n'était disponible.

6.2.3 Repères de fonction

Les actionneurs peuvent être identifiés par des symboles indélébiles. Si un bouton d'arrêt porte un symbole sur l'organe de commande, ce symbole doit être un cercle ou un ovale (qui signifie la valeur zéro). Les symboles cercle ou ovale ne doivent être utilisés que pour les boutons d'arrêt.

Des lettres et des mots peuvent être utilisés quand l'espace est suffisant pour fournir une identification précise. Dans tous les autres cas, le repère nécessaire à l'identification du bouton doit être placé sur une étiquette fixée à proximité immédiate de l'organe de commande.

Les symboles doivent être conformes à l'IEC 60417.

6.2.4 Arrêt d'urgence

Le 4.2 de l'IEC 60947-5-1:1997 et de l'IEC 60947-5-1:1997/AMD2:2016 s'applique.

6.2.5 Diagramme de fonctionnement

6.2.5.1 Généralités

Étant donné que les commutateurs rotatifs peuvent avoir un grand nombre d'éléments de contact et un grand nombre de positions de l'organe de commande, il est nécessaire que le fabricant indique la relation entre les positions de l'organe de commande et les positions correspondantes des éléments de contact.

La relation doit être indiquée sous la forme d'un diagramme de fonctionnement. La Figure 4 donne des exemples accompagnés de notes explicatives

Numéro de l'exemple	Disposition du ou des éléments de contact	Positions de l'organe de commande					
		1	2	3	4	5	
1		x					Élément de contact fermé pour la seule position 1 de l'organe de commande.
2			x		x	x	Élément de contact fermé pour les positions 2, 4 et 5 de l'organe de commande.
3			x		x		Deux éléments de contact utilisés comme éléments de contact à 2 directions avec 3 bornes.
4			x				Élément de contact avec contact de passage fermé entre les positions 2 et 3 de l'organe de commande.
5		x		x	x	x	Élément de contact avec contact de passage ouvert entre les positions 3 et 4 de l'organe de commande.
6					x	x	Élément de contact à contact maintenu entre les positions 4 et 5 de l'organe de commande.
7		x					Deux éléments de contact à contacts avec chevauchement entre les positions 1 et 2 de l'organe de commande.
8		x					Deux éléments de contact à contacts sans chevauchement entre les positions 1 et 2 de l'organe de commande ^a .
9	A	x		x			Fonctionnement dans lequel l'élément de contact B est disposé de façon à se fermer avant et s'ouvrir après l'élément de contact A.
	B	x		x			

^a Les éléments de contact sans chevauchement peuvent être utilisés pour couper le courant dans un circuit avant d'établir le courant dans l'autre circuit pourvu que l'intervalle de temps soit convenablement adapté aux conditions des circuits.

IEC

Figure 4 – Exemples de la méthode recommandée pour représenter un diagramme de fonctionnement d'un commutateur rotatif

6.2.5.2 Indication de la position et position de contact

Le 8.1.6.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant:

L'indication de la position doit être nette; le texte ou les symboles associés doivent être indélébiles et facilement lisibles.

6.2.5.3 Marques des bornes pour les diagrammes de fonctionnement

Les marques des bornes doivent être clairement identifiables compte tenu du diagramme de fonctionnement. Voir également Annexe M.

6.2.6 Indication de la temporisation

Pour les contacteurs auxiliaires temporisés, le marquage doit indiquer la valeur de la temporisation dans le cas d'une temporisation fixe et le domaine de temporisation dans le cas d'une temporisation réglable.

Dans le cas de plusieurs éléments de contact temporisés, l'écart de temps relatif entre le fonctionnement de chaque élément de contact et de celui qui le suit doit être indiqué pour les éléments de contact qui suivent la première temporisation.

Si plusieurs éléments de contact ont des temporisations réglables, il doit être indiqué si elles sont réglables individuellement ou non.

Le fabricant doit indiquer, pour chaque élément de contact temporisé, les caractéristiques du retard selon 3.1.6.1 ou 3.1.6.2.

6.3 Instructions d'installation, de fonctionnement, de maintenance, de mise hors service et de démontage

Le 6.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants:

Des informations et des instructions relatives à la sécurité doivent être fournies, le cas échéant, afin d'assurer l'utilisation en toute sécurité de l'appareil pour circuit de commande. Ces informations doivent être facilement comprises par l'utilisateur, c'est-à-dire prendre la forme de symboles couramment utilisés et/ou de dessins. Des exemples peuvent être obtenus dans l'ISO 7000 et l'IEC 60417.

Les produits inclus dans le domaine d'application du présent document sont destinés à être choisis, installés et entretenus par du personnel qualifié uniquement.

EXEMPLE Les symboles suivants peuvent être utilisés pour une "personne qualifiée".



IEC 60417-6182:2013-09
Installation, expertise électrotechnique



IEC 60417-6183:2013-09
Installation, expertise mécanique

6.4 Informations relatives à l'environnement

6.4.1 Processus d'écoconception (processus ECD)

Une aide à la prise en considération des aspects liés à l'environnement relatifs aux produits inclus dans le domaine d'application du présent document est donnée à l'Article 4 et à l'Article 5 de l'IEC TS 63058:2021.

6.4.2 Procédure pour établir la déclaration des matériaux

La fourniture de la déclaration des matériaux est laissée à la discrétion du fabricant. Lorsqu'elle est fournie, l'Article 7 de l'IEC TS 63058:2021 spécifie le contenu de la déclaration des matériaux.

6.5 Informations complémentaires

Les informations complémentaires nécessaires pour certains types d'appareils pour circuits de commande doivent être données conformément aux règles correspondantes des annexes appropriées; pour:

- les appareils de classe II pour circuits de commande, voir F.6.2;
- les éléments de commutation à semiconducteurs pour appareils pour circuits de commande, voir Article H.6;
- les voyants lumineux, les colonnes lumineuses et les dispositifs de signalisation sonore, voir Article J.6;
- les auxiliaires de commande à manœuvre positive d'ouverture, voir Article K.6;
- les éléments de contact mécaniquement liés, voir Article L.6;
- les données de fiabilité, voir Article N.4;
- les informations spécifiques aux interfaces, voir Article O.6.

7 Conditions de service normal, de montage et de transport

7.1 Conditions normales d'emploi

7.1.1 Température de l'air ambiant

Le 7.1.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

7.1.2 Altitude

Le 7.1.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

7.1.3 Conditions atmosphériques

7.1.3.1 Humidité

Le 7.1.3.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

7.1.3.2 Degré de pollution

Le 7.1.3.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec la condition suivante:

Sauf spécification contraire du fabricant, un appareil pour circuit de commande est prévu pour être installé dans les conditions d'environnement du degré de pollution 3. Toutefois, d'autres degrés de pollution peuvent s'appliquer en fonction du microenvironnement.

7.1.4 Chocs et vibrations

Les conditions normales de chocs et de vibrations du Tableau Q.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'appliquent, sauf indication contraire dans le présent document.

7.2 Conditions pendant le transport et le stockage

Le 7.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

7.3 Montage

7.3.1 Généralités

Le matériel doit être monté conformément aux instructions du fabricant.

7.3.2 Montage des appareils fixés en un seul trou

7.3.2.1 Dimensions

Les boutons-poussoirs et voyants lumineux fixés en un seul trou sont placés dans un trou circulaire d'un support (par exemple, d'un poste de commande ou d'une machine) ou d'une enveloppe, qui peut comporter un logement rectangulaire pour un ergot.

Les cotes sont indiquées dans le Tableau 4 et à la Figure 5.

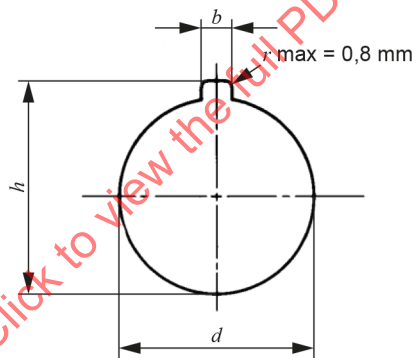


Figure 5 – Diamètre du trou de fixation et cotes du logement éventuel d'ergot

Tableau 4 – Diamètre du trou de fixation et cotes du logement éventuel d'ergot

Taille	Diamètre du trou de fixation, <i>d</i> mm	Logement éventuel d'ergot	
		Hauteur, <i>h</i> mm	Largeur, <i>b</i> mm
D30	30,5 ^{+0,5} ₀	33,0 ^{+0,5} ₀	4,8 ^{+0,2} ₀
D22	22,3 ^{+0,4} ₀	24,1 ^{+0,4} ₀	3,2 ^{+0,2} ₀
D16	16,2 ^{+0,2} ₀	17,9 ^{+0,2} ₀	1,7 ^{+0,2} ₀
D12	12,1 ^{+0,2} ₀	13,8 ^{+0,2} ₀	1,7 ^{+0,2} ₀

7.3.2.2 Position du logement éventuel d'ergot

La position normalisée du logement d'ergot est en haut (12 heures), elle est associée avec la dimension *b* du Tableau 4.

7.3.2.3 Épaisseur de serrage

L'appareil, équipé ou non du joint d'étanchéité prévu par le fabricant, doit pouvoir être monté sur un support de toute épaisseur comprise entre 1 mm et 6 mm, si nécessaire à l'aide d'une ou de plusieurs pièces d'assemblage fournies à cet effet.

NOTE Le joint d'étanchéité n'est pas normalisé.

7.3.2.4 Groupement des appareils

Lorsque plusieurs appareils de taille donnée en 7.3.2.1 sont montés en rangées sur un panneau, les entraxes a dans une même rangée et les distances b entre les lignes médianes des rangées ne doivent pas, sauf indication contraire du fabricant, être inférieurs aux valeurs données dans le Tableau 5.

Tableau 5 – Distances minimales préférentielles entre les centres des trous de fixation

Taille	a mm	b mm
D30	50	65
D22	30	50
D16	25	25
D12	20	20

Les distances a et b peuvent être interverties.

Ces valeurs ont pour objet de servir de guide lors de l'élaboration du matériel; cependant, lorsque des appareils de construction différente sont destinés à être montés ensemble, l'utilisateur doit vérifier la compatibilité de ces appareils et s'assurer du respect des distances d'isolement et des lignes de fuite lorsque les appareils sont installés et raccordés.

NOTE Suivant les détails de conception, les raccordements, les étiquettes, etc., certains appareils peuvent être montés à des distances inférieures à celles données dans le Tableau 5 selon les indications du fabricant des appareils. D'autre part, certains types d'appareils peuvent exiger des distances plus importantes que celles données dans le Tableau 5.

8 Exigences relatives à la construction et aux performances

8.1 Exigences relatives à la construction

8.1.1 Généralités

Le 8.1.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.2 Matériaux

8.1.2.1 Exigences générales relatives aux matériaux

Le 8.1.2.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant:

L'attention doit être spécialement attirée sur les qualités de résistance à l'humidité et sur la nécessité de protéger certains isolants contre l'humidité.

Le 8.1.2.2 du présent document s'applique en remplacement du 8.1.2.2 de l'IEC 60947-1:2020.

8.1.2.2 Essais au fil incandescent

L'aptitude à l'utilisation des matériaux se vérifie par:

- a) la mise à l'essai de l'appareil; ou
- b) la mise à l'essai de parties prélevées sur l'appareil; ou
- c) la mise à l'essai de toute partie d'un matériau identique qui présente une épaisseur représentative; ou
- d) la communication d'informations en provenance du fournisseur du matériau isolant qui satisfont aux exigences de l'IEC 60695-2-12.

L'aptitude à l'utilisation doit être déterminée suivant la résistance à la chaleur anormale et au feu. La méthode utilisée pour démontrer la conformité, parmi a), b), c) et d), doit être indiquée.

Si un matériau identique qui présente des sections représentatives a déjà satisfait aux exigences de l'un des essais du 9.2.2 de l'IEC 60947-1:2020, il n'est pas nécessaire de répéter ces essais.

Les essais de matériel doivent être effectués conformément à l'essai au fil incandescent des produits finis de l'IEC 60695-2-10 et de l'IEC 60695-2-11.

Les essais doivent être effectués conformément au 9.2.2.1 de l'IEC 60947-1:2020 dans les conditions données dans le Tableau 6.

Pour les parties dont la masse est inférieure à 2 g et pour les petites parties, comme cela est spécifié dans l'IEC 60695-2-11, aucun autre essai n'est exigé.

Tableau 6 – Conditions d'essai pour l'essai au fil incandescent

Partie à l'essai	Condition d'essai
Partie de masse inférieure à 2 g (voir 3.14 de l'IEC 60695-2-11:2021)	L'essai n'est pas nécessaire ^{a, c}
Partie qui constitue une petite partie conformément au 3.15 de l'IEC 60695-2-11:2021	L'essai n'est pas nécessaire ^{a, c}
Partie qui maintient en position des parties transportant le courant	Essai au fil incandescent à une température de 750 °C
Toutes les autres parties	Essai au fil incandescent à une température de 650 °C ^b
^a Il n'est pas nécessaire de réaliser d'autres essais. ^b La température du fil incandescent peut être réduite à 550 °C s'il peut être démontré que le risque résiduel d'incendie est acceptable. ^c Pour les produits qui contiennent plusieurs parties d'une masse inférieure à 2 g et/ou des petites parties, la quantité de matériau non soumis à l'essai situé à proximité immédiate ne doit pas dépasser 10 g. Les distances de proximité maximale doivent être fondées sur une appréciation du risque qui prend en compte le risque de propagation d'incendie.	

8.1.2.3 Essai selon la catégorie d'inflammabilité

Le 8.1.2.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.3 Parties transportant le courant et leurs connexions

Le 8.1.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.4 Distances d'isolement et lignes de fuite

Le 8.1.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.5 Organe de commande

8.1.5.1 Isolement

Le 8.1.5.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.5.2 Sens du mouvement

Le 8.1.5.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.5.3 Effort (ou couple) de commande

L'effort (ou le couple) nécessaire pour actionner l'organe de commande, qui est indiqué par le fabricant, doit être compatible avec l'usage prévu, compte tenu de la taille de l'organe de commande, du type de l'enveloppe ou du panneau du poste de commande, de l'environnement de l'installation et de l'usage auquel l'organe de commande est destiné.

8.1.5.4 Limitation de la rotation (d'un commutateur rotatif)

Si les organes de commande utilisés ont un mouvement limité ou unidirectionnel, ils doivent être équipés de moyens robustes de limitation capables de supporter cinq fois le couple de commande maximal réel, qui est indiqué par le fabricant.

8.1.5.5 Arrêt d'urgence

Pour les exigences de commande des appareils d'arrêt d'urgence à accrochage mécanique, voir l'IEC 60947-5-5.

8.1.6 Indication de la position des contacts

Le 8.1.6 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.7 Dispositions relatives aux auxiliaires de commande aptes au sectionnement

Un auxiliaire de commande apte au sectionnement doit être à commande manuelle avec manœuvre positive d'ouverture (voir Annexe K) et assurer, en position d'ouverture, la fonction de sectionnement (voir 3.1.2.3 du présent document et 8.1.7 de l'IEC 60947-1:2020).

La position d'ouverture d'un auxiliaire de commande apte au sectionnement doit être une position dans laquelle celui-ci peut demeurer lorsqu'aucun effort de commande ne lui est appliqué.

Afin d'éviter toute refermeture inopinée, il doit être possible d'empêcher la manœuvre des auxiliaires de commande aptes au sectionnement lorsque les éléments de contact sont en position d'ouverture. Cela peut être réalisé par un cadenas ou un verrou qui ne doit pouvoir être relâché qu'à l'aide d'un outil spécial ou d'une clef.

8.1.8 Bornes

Le 8.1.8 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant:

Les exigences du 8.1.8 doivent être vérifiées par les essais du 9.2.5 du présent document.

8.1.9 Vacant

8.1.10 Dispositions pour assurer la mise à la terre de protection

Le 8.1.10 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant:

Les appareils de classe II pour circuits de commande ne doivent pas être équipés de dispositifs de protection de mise à la terre (voir l'IEC 61140).

8.1.11 Enveloppes pour le matériel

Le 8.1.11 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.12 Degrés de protection du matériel sous enveloppe

Le 8.1.12 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.13 Traction, torsion et flexion avec des conduits métalliques

Le 8.1.13 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.1.14 Exigences pour les appareils pour circuits de commande à rayonnement optique artificiel

Les matériels qui comportent une lampe ou un appareil utilisant des lampes qui émet un rayonnement ultraviolet, visible ou infrarouge, y compris des diodes électroluminescentes, ne doivent pas permettre une fuite involontaire de rayonnement susceptible de provoquer un danger. Les sources de rayonnement doivent être évaluées conformément à l'IEC 62471. Les mesures de protection, les restrictions d'utilisation et les instructions de fonctionnement qui peuvent être nécessaires doivent être fournies.

NOTE 1 L'attention est attirée sur l'existence possible de lignes directrices ou d'exigences supplémentaires qui peuvent être spécifiées par les autorités nationales ou d'autres autorités.

NOTE 2 Les sources lumineuses des matériels peuvent être évaluées comme appartenant aux groupes de risques 1, 2 ou 3 et au groupe exempt conformément à l'IEC TR 62471-2:2009.

NOTE 3 Lorsque cela est exigé, la mise en garde concernant les groupes de risques RG 1, RG 2 et RG 3 spécifiés dans l'IEC TR 62471-2:2009 peut être utilisée comme protection instructive.

NOTE 4 L'IEC TR 62471-2:2009 a été supprimée, mais il s'agit actuellement de la meilleure option à laquelle se référer. La tâche d'établir des exigences pouvant être référencées dans les normes de produits à l'avenir a été confiée au CE 76 de l'IEC.

8.1.15 Effets biologiques et chimiques

Les applications spéciales qui dépassent les conditions normales d'emploi données à l'Article 7 du présent document peuvent exiger des considérations supplémentaires relatives aux effets biologiques et chimiques. Les précautions nécessaires doivent être indiquées afin de vérifier que le produit est adapté à l'application.

NOTE Des exigences supplémentaires peuvent s'appliquer pour des applications/branches particulières, par exemple pour la nourriture et la boisson, l'industrie chimique, le domaine maritime, les machines-outils.

8.1.16 Conception hygiénique

Lorsque le matériel est destiné à être utilisé dans des applications où des conditions d'hygiène sont exigées, l'ISO 14159 peut être prise en compte pour la conception et la vérification.

8.1.17 Aspects relatifs à la sécurité

L'intégrité et la disponibilité des fonctions principales des appareils pour circuits de commande peuvent dépendre des aspects relatifs à la sécurité physique et à la cybersécurité. À partir d'une appréciation du risque en ce qui concerne la sécurité, des mesures de sécurité doivent être établies, le cas échéant.

Des recommandations et des exigences minimales concernant les aspects relatifs à la sécurité sont données dans l'IEC TS 63208.

NOTE D'autres documents, comme la série IEC 62443, peuvent également être pris en compte.

8.1.18 Source d'énergie limitée

8.1.18.1 Généralités

Une source d'énergie limitée peut être mise en œuvre comme circuit secondaire dérivé des circuits connectés à la partie active dangereuse avec les moyens de séparation suivants:

- a) séparation électrique;
- b) impédance de limitation de courant.

NOTE Les sources de classe 2 définies par le NFPA 70, National Electrical Code, et le CSA C22.1, CE Code, présentent les mêmes caractéristiques de sortie électrique que les sources d'énergie limitée à séparation électrique.

8.1.18.2 Source d'énergie limitée à séparation électrique

Une source d'énergie limitée à séparation électrique intègre un composant d'isolation, par exemple un transformateur entre le circuit primaire et la sortie d'énergie limitée. Elle satisfait à l'une des exigences suivantes:

- a) la sortie est par nature limitée, conformément au Tableau 7; ou
- b) une impédance linéaire ou non linéaire limite la sortie, conformément au Tableau 7. Si un dispositif à coefficient de température positif (thermistance CTP, par exemple) est utilisé, il doit satisfaire aux essais applicables de l'IEC 60730-1; ou
- c) un réseau de régulation limite la sortie conformément au Tableau 7, 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 8.

Si un dispositif de protection contre les surintensités est utilisé, il doit s'agir d'un fusible ou d'un dispositif électromécanique non réglable (disjoncteur, par exemple).

La conformité pour déterminer la puissance admise maximale est vérifiée par l'essai du 9.2.10.

**Tableau 7 – Limites pour les sources d'énergie limitée
sans dispositif de protection contre les surintensités**

Tension de sortie ^a U_{oc}		Courant de sortie ^{b, d} I_{sc} A	Puissance apparente ^{c, d} S VA
V en courant alternatif	V en courant continu		
≤ 30 en valeur efficace	≤ 30 V en courant continu	≤ 8	≤ 100
-	$30 < U_{oc} \leq 60^e$	$\leq \frac{150}{U_{oc}}$	≤ 100

^a U_{oc} : tension de sortie mesurée avec tous les circuits de charge déconnectés. Il s'agit de tensions alternatives sensiblement sinusoïdales et de tensions continues sans ondulation. Pour les tensions alternatives non sinusoïdales et les tensions continues dont l'ondulation est supérieure à 10 % de la valeur de crête, la tension de crête ne doit pas dépasser 42,4 V.

^b I_{sc} : courant de sortie maximal avec une charge non capacitive, y compris un court-circuit.

^c S (VA): puissance apparente de sortie maximale en VA avec une charge non capacitive.

^d Le mesurage de I_{sc} et S est réalisé 5 s après l'application de la charge si la protection est procurée par un circuit électronique ou un dispositif à coefficient de température positif (CTP, par exemple), et 60 s dans les autres cas.

^e Aux États-Unis, la limite est 60 V en courant continu avec commutation en courant permanent ou continu hors de la plage de 10 Hz à 200 Hz, 24,8 V en courant continu avec commutation de 10 Hz à 200 Hz.

Tableau 8 – Limites pour les sources d'énergie limitée avec dispositif de protection contre les surintensités

Tension de sortie ^a		Courant de sortie ^{b, d}	Puissance apparente ^{c, d}	Courant assigné du dispositif de protection contre les surintensités ^e
U_{oc}				
V en courant alternatif	V en courant continu	I_{sc} A	S VA	A
≤ 20	≤ 20	$\leq \frac{1000}{U_{oc}}$	≤ 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 La raison qui justifie les mesurages en contournant les dispositifs de protection contre les surintensités est qu'il s'agit de déterminer la quantité d'énergie disponible pour provoquer une éventuelle surchauffe pendant la durée de fonctionnement des dispositifs de protection contre les surintensités.				
^a U_{oc} : tension de sortie mesurée avec tous les circuits de charge déconnectés. Il s'agit de tensions alternatives sensiblement sinusoïdales et de tensions continues sans ondulation. Pour les tensions alternatives non sinusoïdales et les tensions continues dont l'ondulation est supérieure à 10 % de la valeur de crête, la tension de crête ne doit pas dépasser 42,4 V.				
^b I_{sc} : courant de sortie maximal avec une charge non capacitive, y compris un court-circuit, mesuré 60 s après l'application de la charge.				
^c S (VA): puissance apparente de sortie maximale en VA avec une charge non capacitive mesurée 60 s après l'application de la charge.				
^d L'impédance de limitation de courant reste dans le circuit pendant le mesurage, 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 États-Unis, la limite est 60 V en courant continu avec commutation en courant permanent ou continu hors de la plage 10 Hz à 200 Hz, 24,8 V en courant continu avec commutation de 10 Hz à 200 Hz.				

8.1.18.3 Source d'énergie limitée avec impédance de limitation de courant

Une source d'énergie limitée avec impédance de limitation de courant présente les caractéristiques suivantes:

- la tension de sortie est limitée, conformément au Tableau 9; et
- une impédance linéaire ou non linéaire limite la sortie, conformément au Tableau 9, et ce en cas de premier défaut ou non.

Une source d'énergie limitée avec impédance de limitation de courant peut être dérivée du réseau ou d'un circuit à séparation galvanique (le circuit secondaire d'un transformateur, par exemple).

**Tableau 9 – Limites pour la source d'énergie limitée
avec impédance de limitation de courant**

Tension de sortie ^a U_{oc}		Courant de sortie ^{b, d} I_{sc} A	Puissance apparente ^{c, d} S VA
V en courant alternatif	V en courant continu		
≤ 30 en valeur efficace	≤ 30 V en courant continu	0,5	≤ 15
^a U_{oc} : tension de sortie mesurée avec tous les circuits de charge déconnectés. Il s'agit de tensions alternatives sensiblement sinusoïdales et de tensions continues sans ondulation. Pour les tensions alternatives non sinusoïdales et les tensions continues dont l'ondulation est supérieure à 10 % de la valeur de crête, la tension de crête ne doit pas dépasser 42,4 V. ^b I_{sc} : courant de sortie maximal mesuré à la sortie de la source d'énergie limitée. ^c S (VA): puissance apparente de sortie maximale en VA. ^d Le mesurage de I_{sc} et S est réalisé 5 s après l'application du court-circuit.			

8.1.19 Conditions anormales et de défaut

Le matériel doit être conçu pour éviter les modes ou séquences de fonctionnement qui peuvent être à l'origine d'une condition de défaut ou d'une défaillance du composant et donner lieu à un danger, sauf si d'autres mesures qui permettent d'éviter le danger sont fournies par l'installation et sont décrites dans les informations relatives à l'installation fournies avec le matériel. Les exigences spécifiées en 8.1.19 s'appliquent également aux conditions anormales de fonctionnement, le cas échéant.

Une analyse des circuits ou des essais doivent être réalisés pour déterminer si la défaillance d'un composant particulier (y compris les systèmes d'isolement) est susceptible d'entraîner ou non un danger.

Cette analyse doit inclure les situations dans lesquelles une défaillance du composant ou de l'isolation (principale et supplémentaire) est susceptible d'entraîner:

- des effets sur le risque de choc électrique;
- un risque de détérioration qui débouche sur la projection de flammes, de particules en combustion ou de métal en fusion.

L'analyse ou les essais doivent inclure l'effet des conditions de court-circuit ou de circuit ouvert du composant. Des essais sont nécessaires, sauf si l'analyse peut démontrer de façon concluante que la défaillance d'un composant n'entraîne aucun risque. La conformité doit être vérifiée par l'essai du 9.2.11.

Les composants évalués quant à leur fiabilité conformément aux normes de produits applicables sont considérés comme satisfaisant à ces exigences et peuvent ne pas faire l'objet d'examen approfondis, si les essais se déroulent dans les conditions pour lesquelles le matériel a été conçu.

8.1.20 Circuit d'énergie de charge emmagasinée

Les parties qui contiennent une charge emmagasinée (condensateurs) et qui sont accessibles (bornes de bobine, par exemple) ou amovibles pour l'entretien (le remplacement d'une bobine, par exemple), l'installation ou la déconnexion ne doivent présenter aucun risque de choc électrique ou de danger d'arc.

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 coupure d'alimentation. Sinon, une note de mise en garde aisément visible doit être placée sur le produit, indiquant le temps de décharge jusqu'aux valeurs limites ou une méthode appropriée de déchargement du condensateur avant de toucher les parties de connexion.

NOTE Les parties actives accessibles comprennent les parties qui ne sont pas protégées par une mesure appropriée, par exemple classification IP.

8.1.21 Logiciels intégrés

L'IEC TR 63201 fournit des recommandations concernant les informations et les exigences minimales relatives aux logiciels intégrés qui prennent en charge les fonctions principales des appareils pour circuits de commande.

8.2 Exigences relatives aux performances

8.2.1 Conditions de fonctionnement

8.2.1.1 Généralités

Le 8.2.1.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.2.1.2 Limites de fonctionnement des contacteurs auxiliaires

Les limites de fonctionnement des contacteurs auxiliaires doivent être conformes au 8.2.1.2 de l'IEC 60947-1:2020.

8.2.2 Échauffement

Le 8.2.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.2.3 Propriétés diélectriques

Le 8.2.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

Pour les appareils de classe II pour circuits de commande, voir Annexe F.

8.2.4 Aptitude à l'établissement et à la coupure dans les conditions normales et anormales de charge

8.2.4.1 Pouvoirs de fermeture et de coupure

a) Pouvoirs de fermeture et de coupure en conditions normales

Les éléments de commutation doivent pouvoir établir et couper sans défaillance les courants, conformément au Tableau 2, pour les catégories d'emploi exigées et le nombre de cycles de manœuvres indiqué, dans les conditions spécifiées en 9.3.3.5.3.

NOTE Aux États-Unis d'Amérique et au Canada, il est établi que les éléments de commutation sont en mesure d'établir et de couper sans défaillance des courants dans les conditions indiquées pour les caractéristiques électriques fondées sur les catégories d'emploi (par exemple, A600) spécifiées dans le Tableau A.1. Voir la réglementation fédérale et les normes de produit.

b) Pouvoirs de fermeture et de coupure en conditions anormales

Les éléments de commutation doivent pouvoir établir et couper sans défaillance les courants dans les conditions visées en 9.3.3.5.4 et précisées dans le Tableau 3, pour les catégories d'emploi exigées et le nombre de cycles de manœuvres spécifiés dans le Tableau 3.

8.2.4.2 Vacant

8.2.4.3 Durabilité

Le 8.2.4.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants:

a) Durabilité mécanique

La durabilité mécanique d'un appareil pour circuit de commande est vérifiée, si nécessaire, par un essai spécial effectué à la discrétion du fabricant. Les instructions pour effectuer cet essai figurent à l'Annexe C.

b) Durabilité électrique

La durabilité électrique d'un appareil pour circuit de commande est vérifiée, si nécessaire, par un essai spécial effectué à la discrétion du fabricant. Les instructions pour effectuer cet essai figurent à l'Annexe C.

NOTE Il est admis par hypothèse que la durabilité minimale de 6 050 cycles est vérifiée par la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation en conditions normales (9.3.3.5.3).

8.2.5 Courant de court-circuit conditionnel

L'élément de commutation doit supporter les contraintes dues aux courants de court-circuit selon les conditions spécifiées en 9.3.4.

8.2.6 Vacant**8.2.7 Exigences supplémentaires pour les auxiliaires de commande aptes au sectionnement**

Les auxiliaires de commande aptes au sectionnement doivent être soumis à l'essai conformément au 9.3.3.4 de l'IEC 60947-1:2020 avec une tension d'essai de valeur spécifiée dans le Tableau 14 de l'IEC 60947-1:2020 qui correspond à la valeur de tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} déclarée par le fabricant.

8.3 Compatibilité électromagnétique (CEM)**8.3.1 Généralités**

Le 8.3.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants:

L'environnement électromagnétique général du matériel couvert par le présent document est l'environnement E-III industriel selon l'IEC TR 63216.

NOTE 1 L'environnement E-II est pertinent pour les accessoires tels que les dispositifs de commande ou les interfaces de signaux numériques qui ne sont pas directement alimentés par le réseau (voir l'IEC TR 63216).

Les essais de CEM doivent être effectués à la tension assignée d'emploi U_e ou, si la tension assignée d'emploi est donnée sous forme de plage, à une tension qui représente la condition la plus défavorable. La condition la plus défavorable est évaluée, par exemple, par des essais préliminaires.

Pour chaque essai défini en 9.4.2, l'utilisation d'un EUT neuf est admise, mais lors de chaque essai défini en 9.4.2, l'utilisation d'un EUT neuf et l'entretien ou le remplacement de parties de l'EUT ne sont pas admis.

Les matériels couverts par le présent document sont prévus pour une utilisation dans un environnement A.

NOTE 2 Dans certains cas, le matériel peut également être prévu pour une utilisation dans un environnement B. Dans ce cas, les informations sont données en 9.4.3.

Les contacteurs auxiliaires qui intègrent des circuits électroniques doivent satisfaire aux exigences générales du 8.3.1 de l'IEC 60947-4-1:2018.

8.3.2 Immunité

Le 8.3.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les modifications suivantes:

Les essais doivent être réalisés conformément au 9.4.2 du présent document.

Les critères d'acceptation du Tableau 10 s'appliquent. Les critères d'acceptation doivent être ajustés à l'EUT et être enregistrés dans le plan d'essai.

Les contacteurs auxiliaires qui intègrent des circuits électroniques doivent satisfaire aux exigences du 8.3.2 de l'IEC 60947-4-1:2018.

Tableau 10 – Critères d'acceptation

Point	Critère d'acceptation (critères de performance au cours des essais)		
	A	B	C
Performance globale	Comportement normal dans les limites spécifiées	Dégradation temporaire ou perte de performance qui est autorécupérable ^a	Dégradation temporaire ou perte de performances qui nécessite l'intervention d'un opérateur ou la réinitialisation du système.
Fonctionnement des circuits de commande	Aucun fonctionnement indésirable, l'élément de contact doit rester dans la position prévue	Ouverture ou fermeture temporaire non intentionnelle de l'élément de contact Autorécupérable ^a	Ouverture ou fermeture non intentionnelle de l'élément de contact Non autorécupérable
Fonctionnement des composants d'affichage et de signalisation	Pas de changement de l'information affichée. Seulement une légère fluctuation de l'intensité de la lumière ou du son de la source du signal optique ou sonore, ou un léger mouvement des caractères ou une légère variation de fréquence de la source du signal sonore.	Changements temporaires visibles ou perte d'informations. Signal optique ou sonore non souhaité.	Arrêt, perte permanente de l'affichage ou mauvaise information. Mode de fonctionnement non autorisé. Non autorécupérable.
Fonctions de traitement de l'information et de détection	Communication non perturbée et échange de données vers des appareils externes qui restent dans la spécification.	Communication temporairement perturbée, qui est détectée et autorécupérable.	Traitement erroné de l'information. Perte de données et/ou de l'information non détectée. Erreurs dans les communications. Non autorécupérable.
^a Le temps de recouvrement ne doit pas différer de plus de 50 % par rapport à l'appareil à l'état neuf.			

8.3.3 Émissions

Le 8.3.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant:

Les essais doivent être effectués conformément au 9.4.3. Le matériel est considéré comme appartenant au groupe 1 et à la classe A.

8.4 Exigences spéciales

8.4.1 Exigences supplémentaires pour les interrupteurs magnétiques à lames souples

Voir Annexe D.

8.4.2 Appareils de classe II pour circuits de commande

Voir Annexe F.

8.4.3 Exigences supplémentaires pour les appareils pour circuits de commande avec câble faisant partie intégrante de l'appareil

Voir Annexe G.

8.4.4 Exigences complémentaires concernant les éléments de commutation à semiconducteurs pour les appareils pour circuits de commande

Voir Annexe H.

8.4.5 Exigences spéciales pour les voyants lumineux, les colonnes lumineuses et leurs fonctions sonores facultatives

Voir Annexe J.

8.4.6 Exigences spéciales pour les auxiliaires de commande à manœuvre positive d'ouverture

Voir Annexe K.

8.4.7 Exigences spéciales pour les éléments de contact mécaniquement liés

Voir Annexe L.

8.4.8 Exigences supplémentaires pour les appareils pour circuits de commande qui comportent une interface de communication intégrée (SDCI)

Voir Annexe O.

9 Essais

9.1 Nature des essais

9.1.1 Généralités

Le 9.1.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.1.2 Essais de type

Les essais de type sont destinés à vérifier la conformité de la conception des appareils pour circuits de commande au présent document.

Ils comprennent la vérification des caractéristiques suivantes:

- a) échauffement (9.3.3.3);
- b) propriétés diélectriques (9.3.3.4);
- c) pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation en conditions normales (9.3.3.5.3);
- d) pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation en conditions anormales (9.3.3.5.4);
- e) fonctionnement au courant de court-circuit conditionnel (9.3.4);
- f) exigences relatives à la construction (9.2);
- g) degré de protection des appareils pour circuits de commande sous enveloppe (9.3.1);

- h) essais CEM, s'il y a lieu (9.4);
- i) essai de décharge d'énergie emmagasinée, le cas échéant (9.2.13);
- j) vérification des limites de fonctionnement des contacteurs auxiliaires (voir 9.3.3.2).

9.1.3 Essais individuels de série

Le 9.1.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants.

Les essais individuels de série comprennent:

- la vérification du fonctionnement (électrique et/ou mécanique);
- la vérification des limites de fonctionnement des contacteurs auxiliaires (voir 9.3.3.2);
- les essais diélectriques (voir 9.3.3.4.2).

Des essais individuels de série supplémentaires pour les auxiliaires de commande et les appareils pour circuits de commande peuvent être spécifiés s'il y a lieu. Un plan d'échantillonnage peut être accepté pour ces essais, si les conditions pour les essais sur prélèvement indiquées en 9.1.4 sont remplies.

9.1.4 Essais sur prélèvement

Le 9.1.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants.

Les essais sur prélèvement comprennent:

- la vérification du fonctionnement (électrique et/ou mécanique);
- la vérification des limites de fonctionnement des contacteurs auxiliaires (voir 9.3.3.2);
- les essais diélectriques (voir 9.3.3.4.2);
- l'essai diélectrique pour la vérification des distances d'isolement, le cas échéant (voir 9.3.3.4.3);
- la vérification de la temporisation ou de la plage de temporisations des appareils temporisés, comme cela est indiqué par le fabricant.

Les essais sur prélèvement peuvent être utilisés à la place des essais individuels de série. Le prélèvement doit au moins satisfaire aux exigences suivantes spécifiées dans le Tableau 2-A de l'ISO 2859-1:1999:

- prélèvement fondé sur un $NQA \leq 1$;
- critère d'acceptation $Ac = 0$ (aucun défaut accepté);
- critère de rejet $Re = 1$ (pour 1 défaut, tout le lot doit être soumis à l'essai).

Le prélèvement doit être effectué à intervalles réguliers pour chaque lot spécifique.

D'autres méthodes statistiques qui satisfont aux exigences indiquées ci-dessus peuvent être utilisées (des méthodes statistiques qui assurent la maîtrise de la fabrication en continu ou la maîtrise de procédés avec des calculs de capacité, par exemple).

9.1.5 Essais spéciaux

9.1.5.1 Généralités

Le 9.1.5.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.1.5.2 Essais de durabilité

Si le fabricant déclare une durabilité mécanique et/ou électrique, l'Annexe C s'applique.

9.1.5.3 Essais de fiabilité des données

Si le fabricant déclare des données pour les applications de sécurité fonctionnelle, l'Annexe N s'applique.

Les essais de durabilité mécanique et électrique doivent être effectués en actionnant l'organe de commande par une machine qui répond aux exigences du 9.3.2.1.

9.1.5.4 Essais d'environnement

Dans les cas où il est nécessaire d'évaluer la capacité de l'appareillage à remplir sa fonction dans des conditions d'environnement climatique différentes des conditions normales d'emploi décrites en 7.1, les essais doivent être réalisés conformément à l'Annexe Q de l'IEC 60947-1:2020.

Les procédures de conditionnement et les essais doivent être réalisés en position ouverte ou hors tension lorsque les bornes d'alimentation sont prévues. Après l'essai, l'appareil doit satisfaire aux exigences indiquées en 8.2.1.2 ou 8.1.5.3.

Lorsque des appareils auxiliaires sont assemblés en un appareil principal, leurs performances électriques et mécaniques (y compris l'installation correcte) doivent être soumises à l'essai conjointement avec l'appareil principal selon les conditions d'environnement correspondantes.

9.1.5.5 Essai spécial pour les éléments de contact mécaniquement liés

Pour les éléments de contact mécaniquement liés, le 9.5 s'applique.

9.2 Conformité aux exigences relatives à la construction

9.2.1 Généralités

La vérification de la conformité aux exigences de construction définies en 8.1 concerne par exemple:

- les matériaux;
- le matériel;
- les degrés de protection du matériel sous enveloppe;
- les propriétés mécaniques et électriques des bornes;
- la manœuvre;
- le comportement en conditions de défaut.

9.2.2 Essai d'exposition de matériaux à la chaleur anormale et au feu

9.2.2.1 Essai au fil incandescent (sur le matériel)

Le 9.2.2.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant:

Les conditions spécifiées en 8.1.2.2 du présent document et dans le Tableau 6 s'appliquent.

9.2.2.2 Essais d'inflammabilité, d'inflammation au fil chauffant et d'inflammation à l'arc (sur les matériaux)

Le 9.2.2.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.2.3 Matériel

Le 9.2.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.2.4 Degrés de protection

Le 9.2.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.2.5 Propriétés mécaniques et électriques des bornes

9.2.5.1 Conditions générales pour les essais

Le 9.2.5.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.2.5.2 Essais de résistance mécanique des bornes

Le 9.2.5.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.2.5.3 Essais de détérioration et de desserrage accidentel des conducteurs (essai de flexion)

Le 9.2.5.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.2.5.4 Essai de traction

Le 9.2.5.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.2.5.5 Essai d'insertion des conducteurs ronds en cuivre non préparés de la section maximale

Le 9.2.5.5 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.2.5.6 Vacant

9.2.5.7 Performance électrique des organes de serrage sans vis

Le 9.2.5.7 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les modifications suivantes.

- L'essai n'est pas exigé pour:
 - les bornes qualifiées selon l'IEC 60999-1 et utilisées conformément aux spécifications du fabricant;
 - les bornes à faible courant (voir 3.1.2.10).
- L'essai doit être effectué sur l'appareil de connexion équipé des organes de serrage.
- Le nombre d'échantillons doit être au moins égal à 8.
- L'essai doit être réalisé suivant la méthode d'essai simple 8:
 - huit organes de serrage doivent être soumis à l'essai de la chute de tension déclarée;
 - si le nombre d'organes de serrage défectueux ne dépasse pas deux, l'essai est considéré comme satisfaisant.

NOTE 1 Voir les explications sur les parties d'un appareil de connexion à la Figure D.8 de l'IEC 60947-1:2020.

NOTE 2 Voir la description de l'essai simple 8 en C.1.2.2.

L'insertion et la déconnexion des conducteurs doivent être réalisées conformément aux instructions du fabricant.

La Figure 6 représente un dispositif d'essai approprié. Si les points de mesure ne peuvent pas être placés dans un intervalle de 10 mm du point de contact, la différence de tension entre le point de mesure idéal et le point de mesure réel doit être déduite de la chute de tension mesurée. Cette différence de tension dans la partie du conducteur doit être déterminée par le biais d'une méthode de mesure appropriée sur un seul échantillon à une température stabilisée. Les méthodes de mesure et les résultats doivent être indiqués dans le rapport d'essai.

Le courant d'essai appliqué doit être conforme au Tableau 11.

La chute de tension ne doit pas dépasser 15 mV.

L'échantillon d'appareil peut être équipé d'orifices ou d'agencements équivalents qui fournissent des points d'accès de mesure de la chute de tension sur la borne.

NOTE 3 Il est généralement possible d'équiper les produits couverts par le présent document de nombreux types de câbles (toronnés, solides, souples, etc.), ce qui se traduit par un nombre suffisant d'essais pour une même borne.

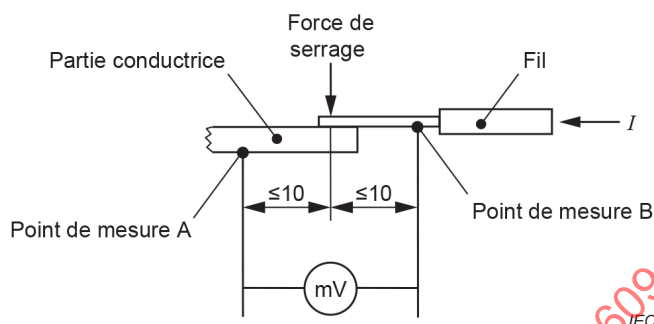


Figure 6 – Mesure de la chute de tension au point de contact de l'organe de serrage ou de la borne

Tableau 11 – Valeurs de l'essai de fonctionnement électrique et de vieillissement des organes de serrage sans vis

Dimension du conducteur mm ²	Courant d'essai ^a	
	Pour la section minimale	Pour la section maximale
0,2	1	I_{th} ou I_{the} déclaré pour le produit
0,34	2	
0,5	3	
0,75	6	
1,0	8	
1,5	12	
2,5	20	
4,0	25	

^a Pour les bornes d'alimentation (à savoir les bornes pour voyants lumineux selon l'Annexe J), le courant d'essai doit être I_e .

9.2.5.8 Essai de vieillissement des organes de serrage sans vis

Le 9.2.5.8 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les modifications suivantes.

- L'essai n'est pas exigé pour:
 - les bornes qualifiées selon l'IEC 60999-1 et utilisées conformément aux spécifications du fabricant;
 - les bornes à faible courant (voir 3.1.2.10).
- L'essai doit être effectué sur l'appareil de connexion équipé des organes de serrage.
- Le nombre d'échantillons doit être au moins égal à 8.
- L'essai doit être réalisé suivant la méthode d'essai simple 8:
 - huit organes de serrage doivent être soumis à l'essai de la chute de tension déclarée;

- si le nombre d'organes de serrage défectueux ne dépasse pas deux, l'essai est considéré comme satisfaisant.

NOTE 1 Voir la description de l'essai simple 8 en C.1.2.2.

Le courant d'essai doit être conforme au Tableau 11.

La température maximale des cycles de température doit être de 40 °C.

La chute de tension maximale ne doit pas dépasser la plus faible des deux valeurs suivantes:

- 22,5 mV; ou
- 1,5 fois la valeur mesurée après le 24^e cycle.

L'échantillon d'appareil peut être équipé d'orifices ou d'agencements équivalents qui fournissent des points d'accès de mesure de la chute de tension sur la borne.

9.2.6 Vérification de l'effort (ou couple) de commande

Si cela est exigé en 8.1.5.3, l'effort ou le couple minimal de manœuvre doit être soumis à l'essai. Le fonctionnement doit être conforme au 8.1.5.3.

9.2.7 Vérification de la limitation de la rotation (d'un commutateur rotatif)

Si cet essai est exigé en 8.1.5.4, il doit être effectué pendant la séquence VI du 9.3.1. L'échantillon d'essai doit être monté conformément aux instructions du fabricant.

Le couple de manœuvre doit être mesuré cinq fois et la valeur maximale enregistrée. La valeur maximale du couple, multipliée par cinq, doit être appliquée à l'organe de commande en le forçant contre le dispositif de limitation. Le couple doit être appliqué pendant 10 s.

L'essai est satisfaisant si le dispositif de limitation n'a ni bougé ni pris du jeu ni empêché la manœuvre normale de l'organe de commande.

9.2.8 Essais de traction, torsion et flexion avec des conduits métalliques

Le 9.2.8 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.2.9 Essai de continuité à la terre de la terre de protection

Le 9.2.9 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.2.10 Essai de la source d'énergie limitée

Un circuit à source d'énergie limitée doit être soumis à l'essai comme suit, le matériel fonctionnant dans les conditions normales de fonctionnement.

Si les exigences relatives à la source d'énergie limitée dépendent du ou des dispositifs de protection contre les surintensités, ces dispositifs doivent être mis en court-circuit.

Le matériel fonctionnant dans les conditions normales de fonctionnement, une charge résistive variable est raccordée aux parties à l'étude et réglée afin d'obtenir un niveau de puissance limitée exigé. Des réglages supplémentaires sont réalisés, le cas échéant, pour maintenir la puissance limitée pendant une durée spécifiée en 8.1.18.

Une charge résistive variable est raccordée au circuit à l'étude et réglée de manière à obtenir la limite de puissance apparente indiquée dans le Tableau 7, dans le Tableau 8 ou dans le Tableau 9, selon le cas. Des réglages supplémentaires sont réalisés, le cas échéant, pour

maintenir la limite de puissance apparente pendant la durée indiquée dans le Tableau 7, dans le Tableau 8 ou dans le Tableau 9, selon le cas.

L'essai est concluant si, à l'issue, la puissance apparente disponible ne dépasse pas les limites indiquées dans le Tableau 7, dans le Tableau 8 ou dans le Tableau 9, selon le cas.

Si les exigences relatives à la source d'énergie limitée dépendent du ou des dispositifs de protection contre les surintensités, la caractéristique assignée du courant de l'un au moins des dispositifs de protection dans le trajet de courant ne doit pas dépasser la limite du Tableau 8.

Ces essais doivent être réalisés dans la combinaison la plus défavorable et dans les limites des spécifications des paramètres indiquées par le fabricant et répertoriés en 5.5.

9.2.11 Claquage des composants

9.2.11.1 Généralités

Le claquage d'un composant, identifié à l'issue de l'analyse des circuits conformément au 8.1.19, doit être soumis à l'essai en faisant fonctionner le produit avec la charge qui crée la condition la plus sévère.

L'essai n'est pas exigé:

- si l'analyse du circuit indique qu'aucun autre composant ni aucune autre partie du circuit n'est surchargé après le passage en mode de défaillance en circuit ouvert ou de court-circuit d'un autre composant;
- pour les composants des circuits alimentés par une source d'énergie limitée conforme au 8.1.18;
- pour les composants qui ont précédemment reçu une évaluation positive compte tenu de leurs modes de défaillance et de l'état du circuit dans lequel ils sont utilisés à l'intérieur de l'appareil.

9.2.11.2 Essai de claquage de composants

Chaque composant identifié doit faire l'objet d'un essai de claquage dans les modes de défaillance en circuit ouvert et/ou en court-circuit, si ce mode est plus sévère.

L'essai de claquage des composants doit être effectué lorsque les circuits de l'appareil qui peuvent influencer le résultat de l'essai sont pleinement chargés et fonctionnels.

Les composants tels que les condensateurs ou les diodes sont court-circuités ou mis en circuit ouvert. Pour un appareil sans enveloppe spécifique, une enveloppe métallique extérieure ou une cage en treillis métallique (entourée de coton) dont la taille est égale à 1,5 fois celle de l'appareil (ou différente, selon les valeurs déclarées par le fabricant) doit être prévue pour simuler les éventuelles parties mises à la terre autour de l'appareil. Lorsqu'il existe 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 mises à la terre ou métalliques hors tension exposées doivent être reliées au circuit d'alimentation par l'intermédiaire d'un élément fusible F, conformément au 9.3.4.1.2 d) de l'IEC 60947-1:2020. Un nouvel échantillon peut être utilisé pour chaque mode de défaillance identifié.

Pendant les 10 min qui suivent le début de l'essai, aucune projection de flammes ou de métal en fusion ni aucune inflammation du coton ne doit se produire. L'élément fusible ne doit pas s'ouvrir.

NOTE 1 La fonction principale peut être perdue lors de cet essai.

NOTE 2 La définition du matériel sous enveloppe est donnée à l'Annexe C de l'IEC 60947-1:2020.

9.2.12 Essai de rayonnement optique artificiel

La conformité au 8.1.14 doit être vérifiée par conception, par examen des spécifications techniques du fabricant de lampes et, si nécessaire, par mesurage du rayonnement optique puis par détermination des groupes de risques applicables selon l'IEC 62471.

NOTE Pour des recommandations concernant les techniques de mesure, voir l'IEC 62471.

9.2.13 Essai d'énergie de charge emmagasinée

La vérification de la limite d'énergie définie en 8.1.20 doit être réalisée par mesurage et par calcul à l'aide de la Formule (1).

$$E = \frac{1}{2} C \times V^2 \quad (1)$$

où

E est l'énergie, exprimée en joules (J)

C est la capacité, exprimée en farads (F)

V est la tension mesurée sur le condensateur, en volts (V).

9.3 Fonctionnement

9.3.1 Séquences d'essais

Les types et séquences d'essais à effectuer sur les échantillons représentatifs sont les suivants.

- Séquence d'essais I (échantillon n° 1)
 - Essai n° 1 – Limites de fonctionnement des contacteurs auxiliaires (9.3.3.2), le cas échéant
 - Essai n° 2 – Échauffement (9.3.3.3)
 - Essai n° 3 – Propriétés diélectriques (9.3.3.4)
 - Essai n° 4 – Propriétés mécaniques et électriques des bornes (9.2.5)
- Séquence d'essais II (échantillon n° 2)
 - Essai n° 1 – Pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation en conditions normales (9.3.3.5.3)
 - Essai n° 2 – Vérification diélectrique (9.3.3.5.6 b))
- Séquence d'essais III (échantillon n° 3)
 - Essai n° 1 – Pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation en conditions anormales (9.3.3.5.4).
 - Essai n° 2 – Vérification diélectrique (9.3.3.5.6 b))
- Séquence d'essais IV (échantillon n° 4)
 - Essai n° 1 – Fonctionnement au courant de court-circuit conditionnel (9.3.4)
 - Essai n° 2 – Vérification diélectrique (9.3.3.5.6 b))
- Séquence d'essais V (échantillon n° 5)
 - Essai n° 1 – Degré de protection des appareils sous enveloppe pour circuits de commande (Annexe C de l'IEC 60947-1:2020)
 - Essai n° 2 – Essai de continuité à la terre de la terre de protection (9.2.9), le cas échéant
 - Essai n° 3 – Essais de traction, torsion et flexion des conduits métalliques (9.2.8), le cas échéant
- Séquence d'essais VI (échantillon n° 6)
 - Essai n° 1 – Vérification des distances d'isolement et lignes de fuite, le cas échéant (8.1.4 de l'IEC 60947-1:2020)

Essai n° 2 – Vérification de la limitation de rotation d'un commutateur rotatif (9.2.7)

Essai n° 3 – Vérification de la force ou du couple de commande (9.2.6).

Des échantillons supplémentaires peuvent être utilisés pour les essais décrits en 9.2.2, 9.2.10, 9.2.11, 9.2.12 et 9.2.13, le cas échéant.

Aucune défaillance ne doit se produire au cours de chacun des essais ci-dessus.

Plusieurs séquences d'essais ou toutes les séquences d'essais peuvent être effectuées sur un même échantillon. Cependant, les essais doivent être effectués dans l'ordre des séquences données ci-dessus pour chaque échantillon.

Pour les appareils de classe II pour circuits de commande, une séquence d'essais supplémentaire s'applique (voir Annexe F).

Pour les appareils pour circuits de commande avec câble faisant partie intégrante de l'appareil, une séquence d'essais supplémentaire s'applique (voir Annexe G).

Pour les éléments de commutation à semiconducteurs, une séquence d'essais supplémentaire s'applique (voir Annexe H).

Pour les voyants lumineux et les colonnes lumineuses, quatre séquences d'essais supplémentaires s'appliquent (voir Annexe J).

Pour les appareils pour circuits de commande à manœuvre positive d'ouverture, deux séquences d'essais supplémentaires s'appliquent conformément au K.9.3.1 et la procédure pour la séquence d'essais IV est modifiée (voir K.9.3.4).

9.3.2 Conditions générales d'essai

9.3.2.1 Exigences générales

Le 9.3.2.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant:

Les essais doivent être effectués en actionnant l'organe de commande par une machine conforme aux exigences du 9.3.2.1 a) pour un mouvement linéaire ou, dans le cas d'un commutateur rotatif, conformément au 9.3.2.1 b) ou au 9.3.2.1 c).

- a) Pour les boutons-poussoirs et/ou auxiliaires de commande associés, l'appareil de commande doit appliquer l'effort (ou le couple) de commande à l'organe de commande dans la direction de mouvement de celui-ci.

L'effort (ou le couple) ou la course de l'appareil de commande doit satisfaire à l'une des conditions suivantes conformément aux instructions du fabricant:

- l'effort (ou le couple) maximal exercé sur l'organe de commande ne doit pas excéder 1,5 fois l'effort (ou le couple) exigé pour la course résiduelle maximale de l'élément (ou des éléments) de contact;
- la course résiduelle des éléments de contact doit être comprise entre 50 % et 80 % de la course résiduelle qui résulte de la conception des éléments de contact.

Au moment où s'effectue la manœuvre électrique, la vitesse de l'appareil de commande, mesurée à l'endroit où il touche l'organe de commande, doit être une vitesse déclarée par le fabricant. La valeur préférentielle se situe dans la plage comprise entre 0,05 m/s et 0,15 m/s.

La liaison mécanique entre l'appareil de commande et l'organe de commande doit avoir un jeu suffisant (mouvement à vide) pour éviter que l'appareil de commande ne s'oppose au libre mouvement de basculement de l'organe de commande.

- b) Pour les commutateurs qui accomplissent des rotations complètes dans les deux sens, un cycle de manœuvres comprend soit une manœuvre complète de l'organe de commande dans le sens des aiguilles d'une montre soit une manœuvre complète de l'organe de commande dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Cependant, dans un tel cas, environ les trois quarts du nombre total de cycles de manœuvres doivent être effectués dans le sens des aiguilles d'une montre, suivis du reste de ce nombre total dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. La vitesse angulaire doit être déclarée par le fabricant. La valeur préférentielle se situe dans la plage comprise entre 0,5 et 1 tour par seconde.
- c) Pour les commutateurs rotatifs à manœuvre limitée, la manœuvre doit être effectuée à la vitesse déclarée par le fabricant. La valeur préférentielle se situe dans la plage comprise entre 1 et 4 tours par seconde.

9.3.2.2 Grandeurs d'essai

Le 9.3.2.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique, à l'exception du 9.3.2.2.3.

9.3.2.3 Interprétation des résultats d'essais

L'état de l'appareil pour circuit de commande après chaque essai doit être vérifié comme cela est prévu pour chaque essai.

Un appareil pour circuits de commande est considéré comme répondant aux exigences du présent document s'il satisfait aux exigences relatives à chaque essai et/ou séquence d'essais, suivant le cas.

9.3.2.4 Rapports d'essai

Le 9.3.2.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.3.3 Fonctionnement à vide et dans les conditions de charge normales et anormales

9.3.3.1 Manœuvre

Le 9.3.3.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.3.3.2 Limites de fonctionnement des contacteurs auxiliaires

Le 9.3.3.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les limites données en 8.2.1.2.

9.3.3.3 Échauffement

Le 9.3.3.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant:

Tous les éléments de commutation de l'appareil pour circuit de commande doivent être soumis à l'essai. Tous les éléments de commutation qui peuvent être fermés simultanément doivent être soumis à l'essai ensemble. Cependant, les éléments de commutation qui font partie intégrante d'un mécanisme transmetteur de telle sorte que les contacts ne puissent pas rester dans la position de fermeture ne sont pas soumis à cet essai. Pour les appareils avec une plage de courants d'essai inférieure ou égale à 8 A selon l'IEC 60947-1:2020, Tableau 9, l'essai peut être effectué avec une section minimale de 1 mm².

NOTE Du fait qu'un appareil pour circuit de commande peut présenter plusieurs positions dans lesquelles les éléments de contact sont dans leur position de fermeture, plusieurs essais peuvent être nécessaires.

La longueur minimale de chaque connexion provisoire, mesurée de borne à borne, doit être de 1 m.

9.3.3.4 Propriétés diélectriques

9.3.3.4.1 Essais de type

Le 9.3.3.4.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants.

Essais des appareils de classe II pour circuits de commande, voir Annexe F.

Essais des voyants lumineux et des colonnes lumineuses, voir Annexe J.

Ajouter le texte suivant après le 2) c) iii) du 9.3.3.4.1 de l'IEC 60947-1:2020:

L'appareil pour circuit de commande doit être capable de supporter la tension d'essai appliquée dans les conditions suivantes:

- entre les parties actives de l'élément de commutation et les parties de l'auxiliaire de commande destinées à être mises à la terre;
- entre les parties actives de l'élément de commutation et les surfaces de l'auxiliaire de commande susceptibles d'être touchées en service, qu'elles soient conductrices ou rendues telles par une feuille métallique;
- entre les parties actives qui appartiennent à des éléments de commutation électriquement séparés, selon la polarité indiquée par le fabricant, le cas échéant.

9.3.3.4.2 Essais individuels de série

Le 9.3.3.4.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant.

La tension doit être appliquée pendant une durée minimale de 1 s. L'utilisation de la feuille métallique et des connexions extérieures aux bornes n'est pas nécessaire.

NOTE L'essai combiné du 9.3.3.4.2 de l'IEC 60947-1:2020 est possible.

Si un appareil pour circuit de commande est assemblé sans câblage avec des appareils préalablement soumis à l'essai, l'essai diélectrique de la combinaison n'est pas nécessaire.

EXEMPLE Assemblage de blocs de contacts préalablement soumis à l'essai dans une enveloppe.

9.3.3.4.3 Essais sur prélèvement

Le 9.3.3.4.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.3.3.4.4 Essais pour le matériel avec séparation de protection

Le 9.3.3.4.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.3.3.5 Pouvoirs de fermeture et de coupure

9.3.3.5.1 Généralités

Les essais de vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure doivent être effectués suivant les conditions générales d'essai définies en 9.3.2.1.

9.3.3.5.2 Circuits d'essai et connexions

Les essais doivent être effectués sur un élément unipolaire ou sur un seul pôle d'un dispositif multipolaire à condition que tous les pôles soient identiques du point de vue de la construction et du fonctionnement. Pour les appareils avec une plage de courants d'essai inférieure ou égale à 8 A selon l'IEC 60947-1:2020, Tableau 9, l'essai peut être effectué avec une section minimale de 1 mm².

Les éléments de contact adjacents sont considérés comme étant de polarité opposée, sauf indication contraire du fabricant.

Les contacts à deux directions de forme C et Za sont de même polarité et les contacts à deux directions de forme Zb sont de polarité opposée.

Les éléments unipolaires ou les éléments de contact dans un dispositif multipolaire déclarés comme étant de même polarité doivent être connectés selon le circuit représenté à la Figure 7. Tout élément de contact adjacent non soumis à l'essai ne doit pas être connecté.

Les contacts à deux directions de forme C et Za doivent faire l'objet d'essais distincts dans les positions normalement ouverte et normalement fermée, connectés selon la Figure 7.

Les éléments de contact électriquement séparés doivent être connectés selon le circuit représenté à la Figure 8. Les éléments de contact adjacents de polarité opposée non soumis à l'essai doivent être connectés ensemble à l'alimentation, comme cela est indiqué.

Les contacts à deux directions de forme Zb doivent faire l'objet d'essais distincts dans les positions normalement ouverte et normalement fermée, mais avec les deux bornes de la position opposée connectées à l'alimentation, comme cela est indiqué à la Figure 8 pour un contact adjacent de polarité opposée.

Si les manœuvres de fermeture et de coupure nécessitent des valeurs différentes, le circuit de la Figure 9 doit représenter la charge L_d de la Figure 7 et la Figure 8.

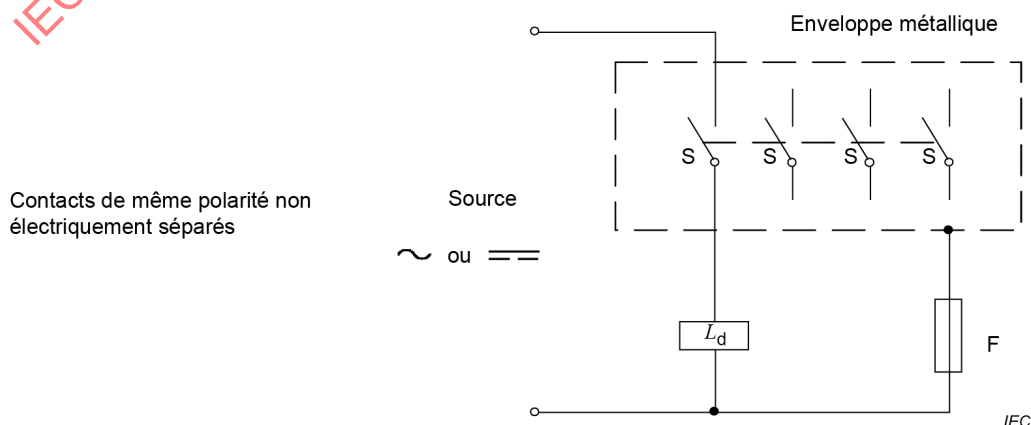
Pour les essais en courant alternatif, la charge doit être une inductance sans noyau de fer en série avec une résistance, si nécessaire, pour obtenir le facteur de puissance spécifié. L'inductance doit être shuntée par une résistance qui absorbe 3 % de la puissance totale consommée (voir Figure 9).

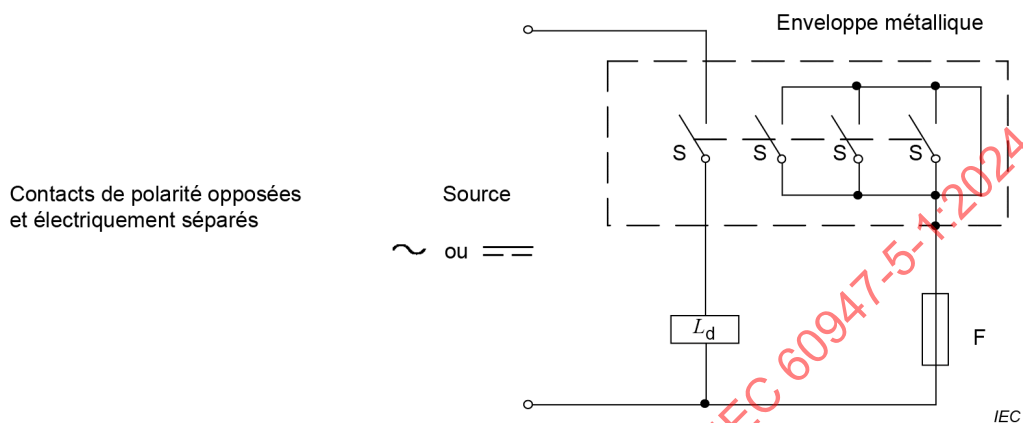
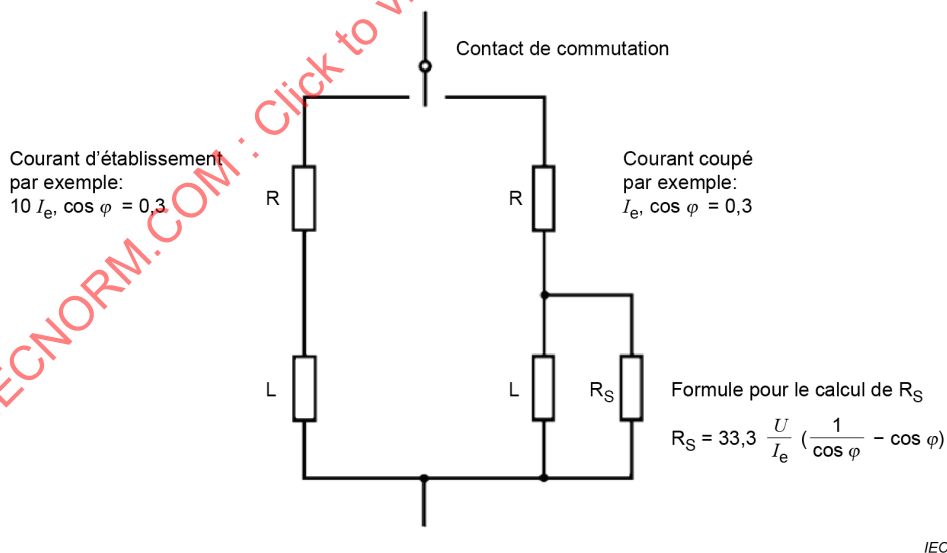
NOTE 1 Les charges à noyau de fer peuvent influencer la forme d'onde sinusoïdale du courant de charge d'essai. Les charges à noyau d'air n'entraînent pas de tels effets.

NOTE 2 Aux États-Unis d'Amérique et au Canada sont utilisées à la fois les charges à noyau d'air et les charges à noyau de fer.

Pour les essais en courant continu, afin d'obtenir le courant spécifié en régime établi, le courant d'essai doit croître de zéro à la valeur en régime établi dans les limites indiquées à la Figure 10. Un exemple de charge à noyau en fer est donné à l'Annexe B à titre de recommandation.

La tension et le courant d'essai doivent être conformes au Tableau 2 et au Tableau 3. Le circuit d'essai utilisé doit être indiqué dans le rapport d'essai.



Légende L_d charge selon la Figure 9 F fusible ou dispositif de mesure d'isolement S élément de contact (à fermeture ou à ouverture)**Figure 7 – Circuits d'essai – Auxiliaires de commande multipolaires – Contacts de même polarité non électriquement séparés****Légende** L_d charge selon la Figure 9 F fusible ou dispositif de mesure d'isolement S élément de contact (à fermeture ou à ouverture)**Figure 8 – Circuits d'essai – Auxiliaires de commande multipolaires – Contacts électriquement séparés****Figure 9 – Détails de la charge L_d pour des conditions d'essais qui exigent des courants d'établissement et de coupure et/ou des facteurs de puissance (ou des constantes de temps) de valeurs différentes**

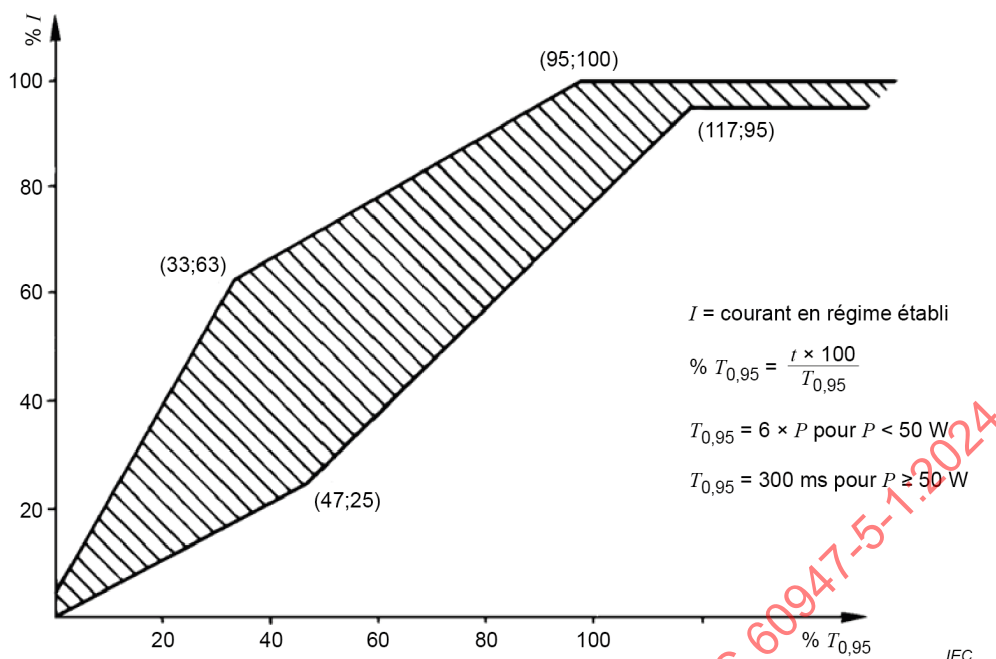


Figure 10 – Limites courant/temps pour circuits d'essai en courant continu

9.3.3.5.3 Pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation en conditions normales

Les essais ont pour objet de vérifier que l'appareil pour circuit de commande peut accomplir le service auquel il est destiné suivant la catégorie d'emploi.

La charge étant réglée selon le Tableau 2, les 6 050 cycles de manœuvres doivent être effectués selon la séquence suivante:

- 50 manœuvres à 10 s d'intervalle, la tension étant réglée à $1,1 \times U_e$;
- 10 manœuvres aussi rapides que possible en s'assurant de la fermeture et de l'ouverture complète des contacts;
- 990 manœuvres à 1 s d'intervalle;
- 5 000 manœuvres à 10 s d'intervalle (ou à un intervalle plus court déterminé par le fabricant).

Lorsque la construction de l'appareil est telle qu'il n'est pas possible d'effectuer des cycles de manœuvre rapides, par exemple dans le cas des contacts de relais de surcharge, les manœuvres doivent être réalisées à 10 s d'intervalle ou aussi vite que le permet l'appareil.

Pour les contacts auxiliaires d'un appareil de connexion, par exemple contacteur, disjoncteur, le nombre de cycles de manœuvre doit être identique à celui exigé pour la vérification de la tenue aux performances opérationnelles conventionnelles de l'appareil de connexion (voir la norme de produit appropriée).

9.3.3.5.4 Pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation en conditions anormales

L'essai a pour objet de vérifier que l'appareil pour circuit de commande est capable d'établir et de couper les courants associés à des charges électromagnétiques. Les valeurs des charges, ainsi que la séquence de manœuvres, doivent être conformes au Tableau 3.

9.3.3.5.5 Vacant

9.3.3.5.6 Résultats à obtenir

Les critères suivants doivent être remplis en totalité.

- a) Pendant les essais du 9.3.3.5.3 et du 9.3.3.5.4, il ne doit pas y avoir de défaillance électrique ou mécanique, de soudure de contact ou d'arc prolongé, et les fusibles ne doivent pas s'ouvrir.
- b) Après les essais du 9.3.3.5.3 et du 9.3.3.5.4, le dispositif doit supporter une tension d'essai à fréquence industrielle égale à $2 \times U_e$, mais non inférieure à 1 000 V, appliquée comme cela est spécifié en 9.3.3.4.1.

9.3.4 Fonctionnement au courant de court-circuit conditionnel

9.3.4.1 Conditions générales pour les essais de court-circuit

L'élément de commutation doit être neuf et propre et être monté de la même façon qu'en service.

Pour les conditions et la procédure d'essai des éléments de commutation à semiconducteurs, voir H.9.3.4.

Pour les conditions et la procédure d'essai des auxiliaires de commande à manœuvre positive d'ouverture, voir H.9.3.4.

9.3.4.2 Procédure d'essai

L'élément de commutation peut être manœuvré plusieurs fois avant l'essai, sans charge ou avec un courant qui ne dépasse pas le courant assigné.

Un élément à contact à deux bornes doit être soumis à l'essai avec l'organe de commande dans la position qui correspond à la position de fermeture de l'élément de commutation à l'essai.

L'élément de contact à soumettre à l'essai doit être en série avec le dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC), l'impédance de charge et un appareil de connexion séparé dans un circuit monophasé, comme cela est indiqué à la Figure 11. Les caractéristiques d'essai doivent être conformes au 9.3.4.3.

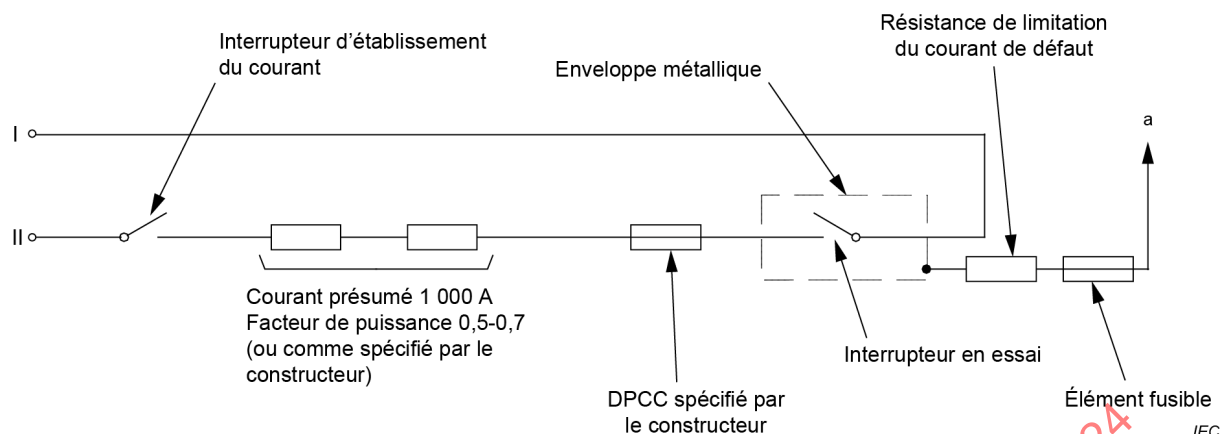
L'essai est effectué en établissant le courant avec l'interrupteur séparé; le courant doit être maintenu jusqu'à ce que le DPCC fonctionne.

L'essai doit être effectué trois fois sur le même élément de contact, le DPCC étant réarmé ou remplacé après chaque essai. L'intervalle de temps entre les essais ne doit pas être inférieur à 3 min. L'intervalle de temps réel doit être déclaré dans le rapport d'essai.

Pour les éléments de contact à deux directions, l'essai ci-dessus doit être effectué séparément sur les contacts normalement fermés et sur les contacts normalement ouverts.

NOTE Pour les appareils de commande qui comportent à la fois des éléments de contact à deux bornes et des éléments de contact à deux directions, les deux types sont soumis à l'essai.

Chaque élément de contact peut être soumis à l'essai sur un appareil pour circuit de commande distinct.



^a À brancher alternativement en I ou II au cours des essais successifs.

Figure 11 – Circuit d'essai au courant de court-circuit conditionnel

9.3.4.3 Circuit d'essai et grandeurs d'essai

L'élément de commutation doit être monté en série avec le dispositif de protection contre les courts-circuits qui présente le type et les caractéristiques indiqués par le fabricant; il doit être également en série avec l'appareil de connexion destiné à fermer le circuit.

L'impédance de charge du circuit d'essai doit être une inductance sans fer en série avec une résistance, réglée pour un courant présumé de 1 000 A ou une autre valeur, si elle est déclarée par le fabricant, mais pas moins de 100 A, à un facteur de puissance compris entre 0,5 et 0,7, et à la tension assignée d'emploi. La tension en circuit ouvert doit être égale à 1,1 fois la tension maximale assignée d'emploi de l'élément de commutation.

L'élément de commutation doit être connecté au circuit en utilisant une longueur totale de 1 m de câble qui correspond au courant d'emploi de l'élément de commutation. Pour les appareils avec une plage de courants d'essai inférieure ou égale à 8 A selon l'IEC 60947-1:2020, Tableau 9, l'essai peut être effectué avec une section minimale de 1 mm².

9.3.4.4 État de l'élément de commutation après l'essai

Les critères suivants doivent être remplis en totalité.

- Après l'essai de court-circuit, il doit être possible d'ouvrir les éléments de commutation au moyen du mécanisme transmetteur normal.
- Après l'essai, l'appareil doit supporter la tension à fréquence industrielle égale à $2 \times U_e$, mais non inférieure à 1 000 V, appliquée comme cela est spécifié en 9.3.3.4.1.

9.4 Essais pour la CEM

9.4.1 Généralités

L'IEC 60947-1:2020, 9.3.2.1 et l'IEC 60947-1:2020, 9.4.1 s'appliquent avec les ajouts suivants.

- Les appareils pour circuits de commandes destinés à être montés dans le trou d'un panneau doivent être montés dans un trou situé au centre d'une plaque de métal carrée reliée à la terre.

Les appareils pour circuits de commandes destinés à être montés sur une surface ou sur un rail normalisé doivent être montés directement sur la plaque de métal carrée reliée à la terre ou sur le rail normalisé fixé à la plaque de métal carrée reliée à la terre.

Les appareils pour circuits de commandes destinés à être montés dans une enveloppe métallique associée doivent être montés dans l'enveloppe métallique reliée à la terre qui présente les plus petites dimensions disponibles ou sur la plaque de métal carrée approximativement reliée à la terre, si cette configuration donne les résultats les plus défavorables.

- Les dimensions de la plaque de métal carrée doivent être de $(300 \times 300) \pm 50$ mm et son épaisseur de $1,5^{+0,5}_0$ mm.
- Sauf exigence contraire dans la publication fondamentale en CEM, les conducteurs de raccordement doivent avoir une longueur de $2^{+0,1}_0$ m. Si la longueur des conducteurs de raccordement est différente de 2 m, la longueur doit être indiquée dans le rapport d'essai.
- Pour les appareils pour circuits de commandes qui ne comportent pas de câbles intégrés, le type de câble ou de conducteur utilisé doit être conforme à la documentation du produit et doit être consigné dans le rapport d'essai.
- L'EUT doit être à l'état passant ou à l'état bloquant, si ce cas est le plus défavorable. Son état lors de l'essai doit être consigné dans le rapport d'essai. Si le cas le plus défavorable n'est pas évalué par des essais préliminaires, l'EUT doit être soumis à l'essai à l'état passant et à l'état bloquant.
- Les essais sur site ne sont pas acceptés.

Pour les essais de CEM des appareils pour circuits de commande avec interface de communication intégrée (SDCI) conforme à l'IEC 61131-9:2022, le O.9.1.2 s'applique.

9.4.2 Immunité

9.4.2.1 Décharges électrostatiques

L'essai doit être effectué conformément à l'IEC 61000-4-2:2008 dans les conditions indiquées dans le Tableau 12, et doit être répété 10 fois à chaque point d'essai, avec un intervalle de temps minimal de 1 s entre les impulsions. Le choix des points d'essai doit être effectué conformément à l'IEC 61000-4-2:2008, 8.3.

9.4.2.2 Champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques

L'essai doit être effectué conformément à l'IEC 61000-4-3:2020 dans les conditions indiquées dans le Tableau 12.

La longueur des conducteurs de raccordement et la disposition du câblage doivent être conformes à l'IEC 61000-4-3:2020.

9.4.2.3 Transitoires électriques rapides en salves

L'essai doit être effectué conformément à l'IEC 61000-4-4:2012 dans les conditions indiquées dans le Tableau 12.

9.4.2.4 Ondes de choc

L'essai doit être réalisé conformément aux méthodes de l'IEC 61000-4-5:2014 et de l'IEC 61000-4-5:2014/AMD1:2017, avec les conditions indiquées dans le Tableau 12.

Les ondes de choc doivent être appliquées:

- a) entre les bornes destinées à être raccordées à l'alimentation;
- b) entre chaque borne destinée à être raccordée à l'alimentation et chaque borne de sortie des éléments de commutation à semiconducteurs, le cas échéant.

La fréquence de répétition doit être d'une onde de choc par minute, le nombre d'impulsions étant de cinq positives et cinq négatives.

Après l'essai, l'EUT doit supporter la tension à fréquence industrielle égale à $2 \times U_e$, mais non inférieure à 1 000 V, appliquée comme cela est spécifié en 9.3.3.4.1.

NOTE 1 Lorsque tous les essais d'immunité sont réalisés sur le même échantillon, l'essai à fréquence industrielle peut également être appliqué après le dernier essai d'immunité.

NOTE 2 Pour les appareils qui ont déjà été soumis aux essais de type selon l'IEC 60947-5-1:2016 ou les éditions antérieures, de nouveaux essais qui comprennent l'essai à fréquence industrielle ne sont pas nécessaires.

9.4.2.5 Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques

L'essai doit être effectué conformément à l'IEC 61000-4-6:2023 dans les conditions indiquées dans le Tableau 12.

9.4.2.6 Champs magnétiques à la fréquence du réseau

L'essai doit être effectué conformément à l'IEC 61000-4-8:2010 dans les conditions indiquées dans le Tableau 12.

9.4.2.7 Creux de tension et interruptions

L'essai doit être effectué conformément à l'IEC 61000-4-11:2020 dans les conditions indiquées dans le Tableau 12.

9.4.2.8 Conditions pour les essais d'immunité

Tableau 12 – Essais d'immunité

Type d'essai	Niveau d'essai exigé		Critère de performance
Essai d'immunité aux décharges électrostatiques IEC 61000-4-2	Décharges dans l'air	±8 kV	B ^a
	Décharges au contact	±4 kV	B ^a
Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques IEC 61000-4-3	80 MHz à 1 GHz	10 V/m	A
	1,4 GHz à 6 GHz	3 V/m	A
Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves IEC 61000-4-4	±2 kV / 5 kHz et/ou 100 kHz ^b sur les accès de puissance ±1 kV / 5 kHz et/ou 100 kHz ^b sur les accès de signalisation ^c		B ^a
Essai d'immunité aux ondes de choc ^d IEC 61000-4-5	±2 kV (phase-terre) ±1 kV (entre phases)		B
Essai d'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques IEC 61000-4-6	150 kHz à 80 MHz	10 V	A

Type d'essai	Niveau d'essai exigé	Critère de performance
Essai d'immunité aux champs magnétiques à la fréquence industrielle ^e IEC 61000-4-8	30 A/m	A
Essai d'immunité aux creux de tension ^{f, g} (50/60 Hz) IEC 61000-4-11	0 % pendant 0,5 cycle	B ^{a, h}
	0 % pendant 1 cycle	B
	40 % pendant 10/12 cycles	C
	70 % pendant 25/30 cycles	C
Essai d'immunité aux coupures brèves ^{f, g} (50/60 Hz) IEC 61000-4-11	0 % pendant 250/300 cycles à 0°	C

^a Pour conserver la fonctionnalité au niveau du système (par exemple, automatisation ou procédé), l'état de l'élément de commutation ne doit pas changer pendant plus de 1 ms pour les appareils à courant continu ou pendant plus d'un demi-cycle de la fréquence d'alimentation pour les appareils à courant alternatif.

^b Cet essai peut être effectué à l'une des fréquences de répétition ou aux deux. La fréquence de répétition de 5 kHz était auparavant utilisée; cependant, celle de 100 kHz est plus proche de la réalité.

^c Applicable uniquement aux accès adaptés au raccordement d'un câble de longueur supérieure à 3 m.

^d Aucun essai n'est effectué sur les accès de puissance en courant continu et les accès de signalisation avec un câble de longueur inférieure à 30 m. Pour les longueurs supérieures ou égales à 30 m, voir Tableau 2 et Tableau 3 de l'IEC 61000-6-2:2016. Cet essai ne s'applique pas aux accès d'entrée/de sortie en courant continu ≤ 60 V lorsque les circuits secondaires (isolés du réseau en courant alternatif) ne sont pas soumis à des surtensions transitoires).

^e Applicable seulement aux matériels qui comprennent des appareils sensibles aux champs magnétiques à la fréquence du réseau, par exemple détecteurs à effet Hall.

^f La valeur avant la barre oblique (/) concerne les essais à 50 Hz et la valeur après concerne les essais à 60 Hz.

^g Le pourcentage indiqué signifie le pourcentage de la tension assignée d'emploi, par exemple 0 % signifie 0 V.

^h Pour les appareils dont la puissance absorbée est supérieure à 750 mW, le temps de recouvrement de l'élément de commutation peut être supérieur à un demi-cycle, mais doit être inférieur au temps de recouvrement maximal.

9.4.3 Émissions

Les essais doivent être effectués selon la classification du matériel donnée à l'Article 5 de la CISPR 11:2015 pour les matériels du groupe 1 et de la classe A. Les limites d'émission spécifiées à l'Article 6 de la CISPR 11:2015, de la CISPR 11:2015/AMD1:2016 et de la CISPR 11:2015/AMD2:2019 doivent s'appliquer avec les méthodes d'essai spécifiées à l'Article 7 de la CISPR 11:2015 et la CISPR 11:2015/AMD1:2016. Lorsqu'il est fait référence à l'Article 7 de la CISPR 11:2015, les premier et deuxième alinéas du 7.1 de la CISPR 11:2015 sont exclus.

Si le matériel contient un ou plusieurs accès pour la communication par le biais d'un réseau câblé, l'accès ou les accès doivent être soumis à l'essai conformément à la CISPR 32.

Les appareils pour circuits de commande inclus dans le domaine d'application du présent document sont destinés à être utilisés dans un environnement A.

Si le matériel est destiné à être utilisé dans un environnement de classe B (réseaux publics à basse tension, tels que sites et installations résidentiels, commerciaux et industriels légers), il doit satisfaire aux niveaux d'essai pour les appareils du groupe 1 et de la classe B spécifiés à l'Article 6 de la CISPR 11:2015, de la CISPR 11:2015/AMD1:2016 et de la CISPR 11:2015/AMD2:2019, ou l'avertissement selon 6.3 de l'IEC 60947-1:2020 doit être inclus dans les instructions pour le mettre à disposition des clients potentiels.

9.4.4 Résultats de l'essai et rapport d'essai

Les résultats de l'essai doivent être indiqués dans un rapport d'essai complet. Le rapport d'essai doit présenter l'objectif, les résultats et l'ensemble des informations pertinentes relatives aux essais. Le rapport d'essai doit définir l'appareil pour circuits de commande soumis à l'essai, y compris la disposition des conducteurs de raccordement et, le cas échéant, le matériel auxiliaire nécessaire. Toute variante par rapport au plan d'essai doit être indiquée.

NOTE Le contenu du plan d'essai figure dans la norme fondamentale correspondante (voir la série IEC 61000, par exemple Article 10 de l'IEC 61000-4-2:2009).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-1:2024

Annexe A (normative)

Caractéristiques électriques assignées suivant les catégories d'emploi (voir 4.1)

**Tableau A.1 – Exemples de désignation des caractéristiques assignées
des contacts suivant les catégories d'emploi**

Désignation ^a	Catégorie d'emploi	Courant thermique sous enveloppe conventionnel I_{the} A	Courant assigné d'emploi I_e (A) à la tension assignée d'emploi U_e						Valeur assignée ^b VA	
Courant alternatif			120 V	240 V	380 V	480 V	500 V	600 V	M	B
A150	AC-15	10	6	–	–	–	–	–	7 200	720
A300	AC-15	10	6	3	–	–	–	–	7 200	720
A600	AC-15	10	6	3	1,9	1,5	1,4	1,2	7 200	720
B150	AC-15	5	3	–	–	–	–	–	3 600	360
B300	AC-15	5	3	1,5	–	–	–	–	3 600	360
B600	AC-15	5	3	1,5	0,95	0,75	0,72	0,6	3 600	360
C150	AC-15	2,5	1,5	–	–	–	–	–	1 800	180
C300	AC-15	2,5	1,5	0,75	–	–	–	–	1 800	180
C600	AC-15	2,5	1,5	0,75	0,47	0,375	0,35	0,3	1 800	180
D150	AC-14	1,0	0,6	–	–	–	–	–	432	72
D300	AC-14	1,0	0,6	0,3	–	–	–	–	432	72
E150	AC-14	0,5	0,3	–	–	–	–	–	216	36
Courant continu			125 V	250 V		400 V	500 V	600 V		
N150	DC-13	10	2,2	–	–	–	–	–	275	275
N300	DC-13	10	2,2	1,1	–	–	–	–	275	275
N600	DC-13	10	2,2	1,1	–	0,63	0,55	0,4	275	275
P150	DC-13	5	1,1	–	–	–	–	–	138	138
P300	DC-13	5	1,1	0,55	–	–	–	–	138	138
P600	DC-13	5	1,1	0,55	–	0,31	0,27	0,2	138	138
Q150	DC-13	2,5	0,55	–	–	–	–	–	69	69
Q300	DC-13	2,5	0,55	0,27	–	–	–	–	69	69
Q600	DC-13	2,5	0,55	0,27	–	0,15	0,13	0,1	69	69
R150	DC-13	1,0	0,22	–	–	–	–	–	28	28
R300	DC-13	1,0	0,22	0,11	–	–	–	–	28	28

^a La lettre désigne le courant thermique sous enveloppe conventionnel et identifie sa nature (alternatif ou continu); par exemple, B signifie 5 A en courant alternatif. La tension assignée d'isolement U_i est au moins égale au nombre qui suit la lettre.

^b Le courant assigné d'emploi I_e (A), la tension assignée d'emploi U_e (V) et la puissance apparente de coupure B (VA) sont associés par la formule $B = U_e \cdot I_e$.

M =
établissement
B = coupure

Tableau A.2 – Exemples de caractéristiques d'élément de commutation à semiconducteur pour 50 Hz et/ou 60 Hz

Caractéristique d'élément de commutation Désignation	Courant assigné d'emploi I_e A	Courant assigné de fermeture A				Courant minimal d'emploi A	Courant bloquant maximal mA
		AC15	AC14	AC13	AC12		
SA	10	100	60	20	10	0,1	15
SB	5	50	30	10	5	0,1	15
SC	2	20	12	4	2	0,05	10
SD	1	10	6	2	1	0,05	10
SE	0,5	5	3	1	0,5	0,01	10
SF	0,25	2,5	1,5	0,5	0,25	0,01	5
SG	0,1	1	0,6	0,2	0,1	0,01	3

La tension assignée d'emploi doit être spécifiée par le fabricant.

Tableau A.3 – Exemples de caractéristiques d'élément de commutation à semiconducteur

Caractéristique d'élément de commutation Désignation	Courant assigné d'emploi I_e A	Courant assigné de fermeture A			Courant bloquant maximal mA
		DC14	DC13	DC12	
SN	10	100	10	10	5
SP	5	50	5	5	4
SQ	2	20	2	2	4
SR	1	10	1	1	2
SS	0,5	5	0,5	0,5	2
ST	0,25	2,5	0,25	0,25	1
SU	0,1	1	0,1	0,1	0,4
SV	0,05	0,5	0,05	0,05	0,2

La tension assignée d'emploi doit être spécifiée par le fabricant.

Annexe B (informative)

Exemple de charges d'essai inductives pour contacts en courant continu

B.1 Généralités

Les charges inductives en courant continu des circuits de commande sont, en général, des relais à commande électromagnétique, des contacteurs et des solénoïdes à noyau en fer massif de 50 W ou moins. L'influence de telles charges sur les contacts d'appareils pour circuits de commande est déterminée par l'énergie emmagasinée dans l'inductance qui dépend elle, du taux moyen d'augmentation du courant dans l'inductance ou de la durée de charge de celle-ci.

Il a été déterminé, de façon empirique, que les charges inductives jusqu'à 50 W ont presque toujours une durée de charge à 95 % de leur courant de régime permanent ($I_{0,95}$) de 6 ms par watt ou moins.

B.2 Construction

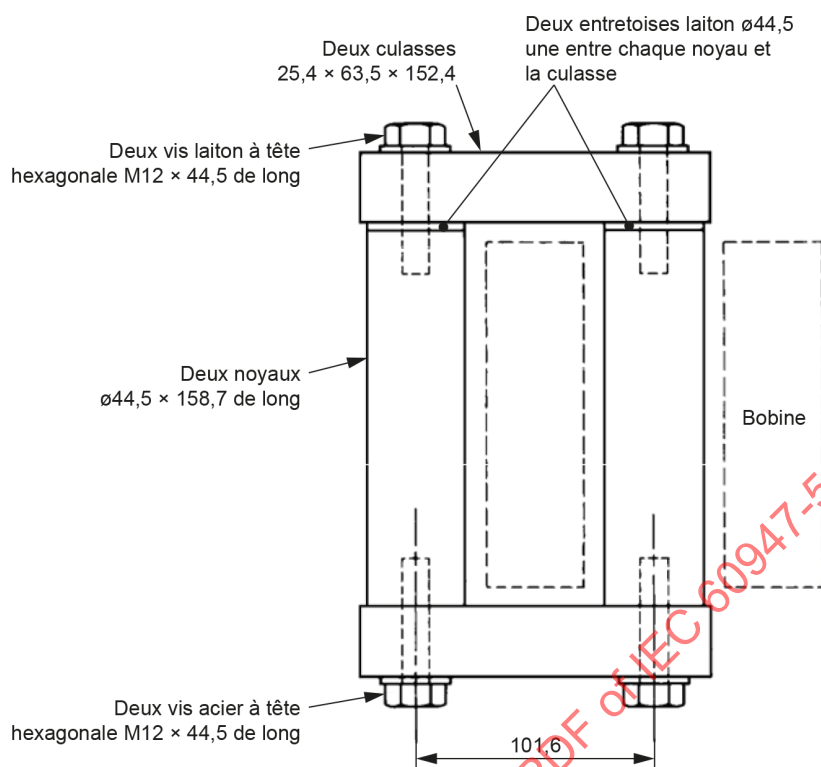
Les charges d'essai inductives suivantes peuvent être utilisées pour estimer les charges exercées sur les contacts utilisés dans les circuits de commande en courant continu.

Le circuit magnétique est constitué de deux noyaux d'acier de 44,5 mm de diamètre et de 158,7 mm de longueur, maintenus par des vis à chaque extrémité à des culasses en acier de 25,4 mm × 63,5 mm × 152,4 mm de dimensions. L'entraxe des trous de fixation est 101,6 mm (voir Figure B.1). L'acier employé a une résistance comprise entre 13,3 $\mu\Omega/\text{cm}$ et 19,9 $\mu\Omega/\text{cm}$ (les aciers laminés à froid à faible teneur en carbone, tel que les AISI 1010, 1015, 1018 ou 116, satisfont à cette exigence). À une extrémité de chaque noyau, une entretoise non magnétique d'épaisseur variable de 0,127 mm à 0,762 mm est interposée entre l'extrémité du noyau et la culasse. Des vis non magnétiques doivent être utilisées pour maintenir la culasse à l'extrémité du noyau équipé de l'entretoise non magnétique, et des vis en acier doivent être utilisées à l'autre extrémité.

Une bobine qui présente les caractéristiques d'enroulement données à la Figure B.1 entoure l'un des noyaux. Le courant dans la bobine, lorsqu'elle est alimentée sous la tension d'essai, est réglé à la valeur spécifiée dans le Tableau B.1 par une résistance en série.

L'épaisseur de l'entretoise est ajustée de manière telle que le courant de la bobine augmente de zéro à 95 % de sa valeur totale dans les limites indiquées à la Figure 9. Si la courbe représentative du courant descend après une durée inférieure à la valeur limite, la section de la culasse est augmentée, et si elle descend après une durée supérieure à cette limite, la section de la culasse est réduite.

Dimensions en millimètres



IEC

Figure B.1 – Construction de la charge pour les contacts à courant continu

Tableau B.1 – Charges en courant continu

Construction de la bobine					
Tension d'essai	Nombre de tours	Section du fil	Résistance approximative de la bobine	Limite du courant avec résistance en série	Puissance à la tension d'essai
V		mm ²	Ω	A	W
125	7 000	0,52	74	1,1	138
250	14 000	0,26	295	0,55	138
600	33 400	0,10	1 680	0,20	120