

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 © 2009 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

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 978-2-88910-340-9

CONTENTS

FOREWORD	5
1 General	7
1.1 Scope and object	7
1.2 Normative references	8
2 Definitions	10
2.1 Basic definitions	12
2.2 Control switches	12
2.3 Parts of control switches	15
2.4 Operation of control switches	17
3 Classification	20
3.1 Contact elements	20
3.2 Control switches	20
3.3 Control circuit devices	20
3.4 Time delay switching elements	20
3.5 Control switch mounting	20
4 Characteristics	20
4.1 Summary of characteristics	20
4.2 Type of control circuit device or switching element	21
4.3 Rated and limiting values for switching elements	22
4.4 Utilization categories for switching elements	23
4.5 Vacant	24
4.6 Vacant	24
4.7 Vacant	24
4.8 Vacant	24
4.9 Switching overvoltages	24
4.10 Electrically separated contact elements	24
4.11 Actuating quantities for pilot switches	24
4.12 Pilot switches having two or more contact elements	24
5 Product information	24
5.1 Nature of information	24
5.2 Marking	25
5.3 Instructions for installation, operation and maintenance	26
5.4 Additional information	26
6 Normal service, mounting and transport conditions	26
7 Constructional and performance requirements	28
7.1 Constructional requirements	28
7.2 Performance requirements	29
7.3 Electromagnetic compatibility (EMC)	30
8 Tests	32
8.1 Kinds of test	32
8.2 Compliance with constructional requirements	33
8.3 Performance	34

Annex A (normative) Electrical ratings based on utilization categories (see 3.1)	46
Annex B (normative) Example of inductive test loads for d.c. contacts	48
Annex C (normative) Special tests – Durability tests	50
Annex D Vacant.....	54
Annex E (normative) Items subject to agreement between manufacturer and user	55
Annex F (normative) Class II control circuit devices insulated by encapsulation Requirements and tests	56
Annex G (normative) Additional requirements for control circuit devices with integrally connected cables	60
Annex H (normative) Additional requirements for semiconductor switching elements for control circuit devices	63
Annex J (normative) Special requirements for indicator lights and indicating towers	72
Annex K (normative) Special requirements for control switches with direct opening action	78
Annex L (normative) Special requirements for mechanically linked contact elements	84
Annex M (normative) Terminal marking, distinctive number and distinctive letter for control circuit devices	87
Bibliography.....	92
Figure 1 – Examples of the recommended method for drawing an operating diagram of a rotary switch	39
Figure 2 – Operation of push-buttons.....	40
Figure 3 – Difference e between the over-travel of the actuator and that of the contact element	41
Figure 4 – Examples of contact elements (schematic sketches)	42
Figure 5 – Test circuits for multi-pole control switches – Contacts of same polarity, not electrically separated.....	43
Figure 6 – Test circuits for multi-pole control switches – Contacts of opposite polarity, and electrically separated	43
Figure 7 – Load L_d details for test conditions requiring different values of make and break current and/or power factor (time constant)	44
Figure 8 – Test circuit, conditional short-circuit current (see 8.3.4.2)	45
Figure 9 – Current/time limits for d.c. test loads (see 8.3.3.5.3)	45
Figure B.1 – Construction of load for d.c. contacts	49
Figure C.1 – Normal circuit (see C.3.2.1)	53
Figure C.2 – Simplified circuit (see C.3.2.1)	53
Figure F.1 – Insulation by encapsulation	57
Figure F.2 – Test apparatus	58
Figure H.1 – Relationship between U_e and U_B	64
Figure H.2 – Example of test circuit for the verification of voltage drop, minimum operational current and OFF-state current (see H.8.2, H.8.3 and H.8.4).....	66
Figure H.3 – Short-circuit testing (see H.8.6.1)	67
Figure K.1 – Verification of robustness of the actuating system.....	83

Figure L.1 – Example of representation of NO and NC contacts which are mechanically linked and NC non-linked contact..... 85

Figure L.2 – Symbol for device containing mechanically linked contacts 85

Table 1 – Utilization categories for switching elements 23

Table 2 – Mounting hole diameter and dimensions of the key recess (if any) 27

Table 3 – Preferred minimum distances between centres of mounting holes 27

Table 4 – Verification of making and breaking capacities of switching elements under normal conditions corresponding to the utilization categories 31

Table 5 – Verification of making and breaking capacities of switching elements under abnormal conditions corresponding to the utilization categories 32

Table A.1 – Examples of contact rating designation based on utilization categories 46

Table A.2 – Examples of semiconductors switching element ratings for 50 Hz and/or 60 Hz 47

Table A.3 – Examples of semiconductors switching element ratings for d.c. 47

Table B.1 – DC loads 49

Table C.1 – Making and breaking conditions for electrical durability 52

Table H.1 – Immunity tests 69

Table M.1 – Diagrams of control switches 89

Table M.2 – Diagrams of contactor relays designated by the distinctive letter E 90

Table M.3 – Diagrams of contactor relays designated by the distinctive letter Y 91

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-5-1:2003+A1:2009 CSV

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60947-5-1 has been prepared by subcommittee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This consolidated version of IEC 60947-5-1 consists of the third edition (2003) [documents 17B/1297/FDIS and 17B/1309/RVD] and its amendment 1 (2009) [documents 17B/1653/FDIS and 17B/1667/RVD].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 3.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

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

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

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

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

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-5-1:2003+AMD1:2009 CSV

Withdrawn

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

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

1 General

The provisions of the general rules, IEC 60947-1, are applicable to this standard, 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.

1.1 Scope and object

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 a.c. (at a frequency not exceeding 1 000 Hz) or 600 V d.c.

However, for operational voltages below 100 V a.c. or d.c., see note 2 of 4.3.1.1.

This standard applies to specific types of control circuit devices such as:

- manual control switches, for example pushbuttons, 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, for example control switches operated by part of a machine or mechanism;
- associated control circuit equipment, for example indicator lights, etc.

NOTE 1 A control circuit device includes (a) control switch(es) and associated devices such as (an) indicator light(s).

NOTE 2 A control switch includes (a) switching element(s) and an actuating system.

NOTE 3 A switching element may be a contact element or a semiconductor element.

It also applies to specific types of switching elements associated with other devices (whose main circuits are covered by other standards) such as:

- 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.

Contactor relays shall also meet the requirements and tests of IEC 60947-4-1 except for the utilization category which shall comply with this standard.

This standard does not include the relays covered in IEC 60255 or in the IEC 61810 series, nor automatic electrical control devices for household and similar purposes.

The colour requirements of indicator lights, pushbuttons, etc., are found in IEC 60073 and also in publication 2 of the International Commission of Illumination (CIE).

The object of this standard is to state:

- a) The characteristics of control circuit devices.
- b) The electrical and mechanical requirements with respect to:
 - 1) The various duties to be performed.
 - 2) The significance of the rated characteristics and of the markings.
 - 3) The tests to verify the rated characteristics.
- c) The functional requirements to be satisfied by the control circuit devices with respect to:
 - 1) Environmental conditions, including those of enclosed equipment.
 - 2) Dielectric properties.
 - 3) Terminals.

1.2 Normative references

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

IEC 60050(441):1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*
Amendment 1 (2000)

IEC 60050(446):1983, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 446: Electrical relays*

IEC 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*
Amendment 1 (1986)

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2: 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 60073:2002, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indications and actuators*

IEC 60112:2003, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60255 (all parts), *Electrical relays*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60617 (all parts), *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60947-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-4-1:2000, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*

Amendment 1 (2002)

Amendment 2 (2005)

IEC 60947-5-5:2005, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-5: Control circuit devices and switching elements – Electrical emergency stop device with mechanical latching function*

IEC 61000-4-2:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

Amendment 1 (1998)

Amendment 2 (2000)

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

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

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

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

IEC 61000-4-8:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

Amendment 1 (2000)

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

IEC 61000-4-13:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-13: Testing and measurement techniques – Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low-frequency immunity tests*

IEC 61140:2001, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

Amendment 1 (2004)

CISPR 11:2003, *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

Amendment 1 (2004)

Amendment 2 (2006)

2 Definitions

For the purposes of this part of IEC 60947 the definitions of IEC 60947-1 and the following additions apply:

Alphabetical index of definitions References

A

Actuating quantity	2.4.2.1
Adjustable delay (of a contact element)	2.4.1.4

B

Biased position	2.4.3.4
Bounce time	2.4.4.10
Break-contact element (normally closed)	2.3.3.4
Button	2.3.4

C

Change-over contact elements	2.3.3.5
Contact element (of a control switch)	2.3.3
Contact unit	2.3.3.10
Control circuit device	2.1.1
Control station	2.1.4
Control switch	2.1.2
Control switch suitable for isolation	2.1.3
Covered push-button	2.2.2.11

D

<i>d</i> -delay (of a contact element)	2.4.1.2
Definite position (abbreviation: position) (of a rotary switch)	2.4.3.1
Delayed action push-button	2.2.2.9
Dependent action contact element	2.3.3.9
Differential value	2.4.2.4
Direct drive	2.4.4.3
Double gap contact element	2.3.3.2

E

<i>e</i> -delay (of a contact element)	2.4.1.1
Electrically separated contact elements	2.3.3.7
End stop	2.3.6
Extended button	2.3.4.3

F

Fixed delay (of a contact element)	2.4.1.3
Flush-button	2.3.4.1
Foot-switch (pedal)	2.2.2.21
Free push-button	2.2.2.13

G

Guided push-button	2.2.2.14
--------------------------	----------

I

Illuminated push-button	2.2.2.10
Independent (snap) action contact element	2.3.3.8
Instantaneous contactor relay	2.2.1.1

	J	
Joy stick		2.2.2.19
	K	
Key-operated push-button		2.2.2.7
Key-operated rotary switch		2.2.2.16
	L	
Latched position		2.4.3.5
Latched push-button		2.2.2.5
Limited drive		2.4.4.5
Limited movement rotary switch		2.2.2.17
Locating mechanism (of a rotary switch)		2.3.5
Locked position		2.4.3.6
Locked push-button		2.2.2.6
	M	
Make-contact element		2.3.3.3
Minimum actuating force (or moment)		2.4.4.7
Minimum starting force (or moment)		2.4.4.6
Mushroom button		2.3.4.4
	O	
Operating diagram		2.4.3.7
Operating value		2.4.2.2
Over-travel of the actuator		2.4.4.2
Over-travel of the contact element		2.4.4.9
	P	
Pilot switches		2.2.1
Position of rest		2.4.3.2
Position switch		2.2.1.3
Positive drive		2.4.4.4
Pre-travel of the actuator		2.4.4.1
Pre-travel of the contact element		2.4.4.8
Programmer		2.2.1.4
Pull-button		2.2.2.2
Pulse (fleeting) contact element		2.3.3.6
Push-button		2.2.2.1
Push-pull button		2.2.2.3
	R	
Recessed button		2.3.4.2
Return value		2.4.2.3
Rotary control switch		2.2.2.15
Rotary button (selector switch)		2.2.2.4
	S	
Semiconductor element		2.3.2
Shrouded push-button		2.2.2.12
Single gap contact element		2.3.3.1
Switching element		2.3.1
	T	
Time-delay contactor relay		2.2.1.2
Time-delay push-button		2.2.2.8
Transit position		2.4.3.3

Unidirectional movement rotary switch	2.2.2.18
Wobble stick	2.2.2.20

2.1 Basic definitions

2.1.1

control circuit device

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

NOTE Control circuit devices may 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.

2.1.2

control switch (for control and auxiliary circuits)

a mechanical switching device which serves the purpose of controlling the operation of switchgear or controlgear, including signalling, electrical interlocking, etc.

NOTE 1 A control switch consists of one or more contact elements with a common actuating system.

NOTE 2 This definition differs from IEC 441-14-46 since a control switch may include semiconductor elements or contact elements (see 2.3.2 and 2.3.3).

2.1.3

control switch suitable for isolation

a control switch which, in the open position, complies with the requirements specified for the isolating function (see 2.1.19 and 7.2.3.1 b) of IEC 60947-1)

NOTE 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, e.g. in case of insufficiently opened contacts.

2.1.4

control station

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

[IEV 441-12-08]

NOTE A control station panel or enclosure may also contain related equipment, e.g. potentiometers, signal lamps, instruments, etc.

2.2 Control switches

2.2.1

automatic control switches

NOTE Automatic control switches are operated by automatic control (see 2.4.5 of IEC 60947-1). They are also designated as *pilot switches* (see 2.2.18 of IEC 60947-1).

2.2.1.1

instantaneous contactor relay

a contactor relay operating without any intentional time delay

[IEV 441-14-36]

NOTE Unless otherwise stated, a contactor relay is an instantaneous contactor relay.

2.2.1.2

time-delay contactor relay

a contactor relay with specified time-delay characteristics

[IEV 441-14-37]

NOTE 1 The time-delay may be associated with energization (*e*-delay) or with de-energization (*d*-delay) or both.

NOTE 2 A time-delay contactor relay may also incorporate instantaneous contact elements.

2.2.1.3

position switch

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

[IEV 441-14-49]

2.2.1.4

programmer

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

2.2.2

manually operated control switches

NOTE Manually operated control switches are operated by manual control (see 2.4.4 of IEC 60947-1).

2.2.2.1

push-button

a 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

[IEV 441-14-53]

2.2.2.2

pull-button

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

2.2.2.3

push-pull button

a 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 There are also «push-push» or «push-turn» or other combinations of buttons.

2.2.2.4

rotary button (e.g.: selector switch)

a combination of push-button type switching elements having an actuator operated by a manual rotation (see also 2.2.2.15 to 2.2.2.18 inclusive)

NOTE A rotary push-button may have more than two positions; it may or may not have a spring return.

2.2.2.5

latched push-button

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

NOTE 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.

2.2.2.6

locked push-button

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

NOTE The locking may be obtained by turning the button, by turning a key, by operating a lever, etc.

2.2.2.7

key-operated push-button

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

NOTE Key withdrawal may be provided at any position.

2.2.2.8

time-delay push-button

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

2.2.2.9

delayed action push-button

a 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

2.2.2.10

illuminated push-button

a push-button incorporating a signalling lamp in the button

2.2.2.11

covered push-button

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

2.2.2.12

shrouded push-button

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

2.2.2.13

free push-button

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

2.2.2.14

guided push-button

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

NOTE Examples of guided push-buttons: the actuators of which are keyed, square or rectangular, etc.

2.2.2.15

rotary control switch (abbreviation: rotary switch)

a control switch having an actuator intended to be operated by rotation

2.2.2.16

key-operated rotary switch

a rotary switch where a key is used as the actuator

NOTE Key withdrawal may be provided at any position.

2.2.2.17

limited movement rotary switch

a rotary switch with a restricted angular movement of its actuator

2.2.2.18**unidirectional movement rotary switch**

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

2.2.2.19**joy stick**

a 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 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 The pin or stick may or may not have a spring return.

2.2.2.20**wobble stick**

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

2.2.2.21**foot switch (pedal)**

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

[IEV 441-14-52 modified]

2.3 Parts of control switches**2.3.1****switching element**

a switching element may be a semiconductor element (see 2.3.2) or a contact element (see 2.3.3)

2.3.2**semiconductor element**

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

2.3.3**contact element (of a control switch)**

the 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 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 Definitions relating to various kinds of contact elements are given in 2.3.3.1 to 2.3.3.10 inclusive.

NOTE 3 This definition does not include control coils and magnet systems.

The following definitions refer to a single contact element of a control switch:

2.3.3.1**single gap contact element (see Figures 4 a) and 4 c))**

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

2.3.3.2**double gap contact element (see Figures 4 b), 4 d) and 4 e))**

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

2.3.3.3

make-contact element (normally open)

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

2.3.3.4

break-contact element (normally closed)

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

2.3.3.5

change-over contact elements (see Figures 4 c), 4 d) and 4 e))

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

2.3.3.6

pulse (fleeting) contact element

a 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

2.3.3.7

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

[IEV 441-15-24]

2.3.3.8

independent (snap) action contact element

a 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

2.3.3.9

dependent action contact element

a 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

2.3.3.10

contact unit

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

2.3.4

button

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

2.3.4.1

flush-button

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

2.3.4.2

recessed button

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

2.3.4.3

extended button

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

2.3.4.4**mushroom button**

a button, the protruding end of which has an enlarged diameter

2.3.5**locating mechanism (of a rotary switch)**

that part of the actuating system which retains the actuator and/or the contact elements in their positions

2.3.6**end stop**

a device that limits the travel of a moving part

NOTE An end stop may relate either to the actuator or to the contact element.

2.4 Operation of control switches**2.4.1 Operation of contactor relays****2.4.1.1****e-delay (of a contact element)**

a 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).

2.4.1.2**d-delay (of a contact element)**

a 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 for 2.4.1.1 and 2.4.1.2 – The terms "e-delay" and "d-delay" may be applied to any kind of contact elements (see 2.3.3).

2.4.1.3**fixed delay (of a contact element)**

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

2.4.1.4**adjustable delay (of a contact element)**

a 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

2.4.2 Operation of pilot switches**2.4.2.1****actuating quantity**

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

2.4.2.2**operating value**

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

2.4.2.3

return value

the 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

2.4.2.4

differential value

the difference between the operating value and the return value

2.4.3 Operation of rotary switches

2.4.3.1

definite position (abbreviation: position) (of a rotary switch)

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

2.4.3.2

position of rest

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

2.4.3.3

transit position

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

2.4.3.4

biased position

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

2.4.3.5

latched position

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

NOTE The latching arrangement may be released manually or otherwise.

2.4.3.6

locked position

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

NOTE The locking may be obtained by turning a key, operating a lever, etc.

2.4.3.7

operating diagram

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

2.4.4 Operation of mechanically operated control switches

2.4.4.1

pre-travel of the actuator (dimension a on Figure 2)

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

2.4.4.2

over-travel of the actuator

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

2.4.4.3**direct drive**

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

2.4.4.4**positive drive**

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

2.4.4.5**limited drive**

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

2.4.4.6**minimum starting force (or moment)**

the smallest value of force (or moment) initiating the pre-travel of the actuator

2.4.4.7**minimum actuating force (or moment)**

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

2.4.4.8**pre-travel of the contact element** (dimension b on Figure 2)

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

2.4.4.9**over-travel of the contact element** (dimension d on Figure 2)

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

2.4.4.10**bounce time**

for a contact which is closing (opening) its circuit, the time interval between the instant when the contact circuit first closes (opens) and the instant when the circuit is finally closed (opened)

[IEV 446-17-13]

3 Classification

3.1 Contact elements

Contact elements may be classified as follows:

- a) Utilization categories (see 4.4).
- b) Electrical ratings based on utilization categories (see Annex A).
- c) One of the following form letters (see Figure 4):
 - 1) Form A – Single gap make-contact element;
 - 2) Form B – Single gap break-contact element;
 - 3) Form C – Single gap make-break three terminal change-over contact element;
 - 4) Form X – Double gap make-contact element;
 - 5) Form Y – Double gap break-contact element;
 - 6) Form Z – Double gap make-break four terminal change-over contact element.
- d) Other types not included in c).

NOTE 1 Regarding Figure 4e), the two moving contact elements are electrically separated (see 2.3.3.7).

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.

3.2 Control switches

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

3.3 Control circuit devices

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

3.4 Time delay switching elements

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

3.5 Control switch mounting

The control switch mounting may be classified by the mounting hole size, e.g. D12, D16, D22, D30 (see 6.3.1).

4 Characteristics

4.1 Summary of characteristics

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

- type of equipment (see 4.2);
- rated and limiting values for switching elements (see 4.3);
- utilization categories of switching elements (see 4.4);

- normal and abnormal load characteristics (see 4.3.5);
- switching overvoltages (see 4.9).

4.1.1 Operation of a control switch

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

Other applications, e.g. the switching of tungsten filament lamps, small motors, etc., are not dealt with in detail in this standard, but are mentioned in 4.3.5.2.

4.1.1.1 Normal conditions of use

The normal use of a control switch is to close, maintain and open circuits in accordance with the utilization category shown in Table 1. Also refer to Table 4.

4.1.1.2 Abnormal conditions of use

Abnormal conditions may arise, for example, when an electromagnet, although energized, has failed to close. Refer to Table 5.

A control switch shall be able to break the current corresponding to such conditions of use.

4.2 Type of control circuit device or switching element

The following shall be stated:

4.2.1 Kind of control circuit device

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

4.2.2 Kind of switching elements

- 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.

4.2.3 Number of poles

4.2.4 Kind of current

Alternating current or direct current.

4.2.5 Interrupting medium

Air, oil, gas, vacuum, etc.

4.2.6 Operating conditions

4.2.6.1 Method of operation

Manual, electromagnetic, pneumatic, electro-pneumatic.

4.2.6.2 Method of control

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

4.3 Rated and limiting values for switching elements

The rated values established for the switching elements of a control circuit device shall be stated in accordance with 4.3.1 to 4.3.5 inclusive but it is not necessary to specify all the values listed.

4.3.1 Rated voltages (of a switching element)

A switching element is defined by the following rated voltages:

4.3.1.1 Rated operational voltage (U_e)

Subclause 4.3.1.1 of IEC 60947-1 applies with the following additions:

For three-phase circuits, U_e is stated as r.m.s. voltage between phases.

NOTE 1 A switching elements may be assigned a number of combinations of rated operational voltage and rated operational current.

NOTE 2 Control switches dealt with in this standard are not normally intended to be used at very low voltages and they may not be suitable for such a service. It is therefore recommended to seek the advice of the manufacturer concerning any application with a low value of operational voltage, e.g. below 100 V a.c. or d.c.

4.3.1.2 Rated insulation voltage (U_i)

Subclause 4.3.1.2 of IEC 60947-1 applies.

4.3.1.3 Rated impulse withstand voltage (U_{imp})

Subclause 4.3.1.3 of IEC 60947-1 applies.

4.3.2 Currents

A switching element is characterized by the following currents:

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

Subclause 4.3.2.1 of IEC 60947-1 applies.

4.3.2.2 Conventional enclosed thermal current (I_{the})

Subclause 4.3.2.2 of IEC 60947-1 applies.

4.3.2.3 Rated operational current (I_e)

The first paragraph of 4.3.2.3 of IEC 60947-1 applies.

4.3.3 Rated frequency

Subclause 4.3.3 of IEC 60947-1 applies.

4.3.4 Vacant

4.3.5 Normal and abnormal load characteristics

4.3.5.1 Rated making and breaking capacities and behaviour of switching elements under normal conditions

A switching element shall comply with both requirements given in Table 4 corresponding to the assigned utilization category and the requirements according to the rated operational voltage.

NOTE 1 For a switching element to which a utilization category is assigned, it is not necessary to specify separately a making and breaking capacity.

NOTE 2 A switching element used 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.

4.3.5.2 Making and breaking capacities under abnormal conditions

A switching element shall comply with the requirements given in Table 5 corresponding to the assigned utilization category.

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.

4.3.6 Short-circuit characteristics

4.3.6.1 Rated conditional short-circuit current

Subclause 4.3.6.4 of IEC 60947-1 applies.

4.4 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.

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

4.5 Vacant

4.6 Vacant

4.7 Vacant

4.8 Vacant

4.9 Switching overvoltages

Subclause 4.9 of IEC 60947-1 applies.

4.10 Electrically separated contact elements

The manufacturer shall state whether the contact elements of a control circuit device are electrically separated or not (see 2.3.3.7).

4.11 Actuating quantities for pilot switches

The operating value and return value of the actuating quantity are to 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.

4.12 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.

5 Product information

5.1 Nature of information

The following information shall be given by the manufacturer:

Identification

- a) The manufacturer's name or trade mark.
- b) A 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 standard.

Basic rated values and utilization

- d) Rated operational voltages (see 4.3.1.1).
- e) Utilization category and rated operational currents at the rated operational voltages of the control circuit device.
- f) Rated insulation voltage (see 4.3.1.2).
- g) Rated impulse withstand voltage (see 4.3.1.3).
- h) Switching overvoltage, if applicable (see 4.9).
- i) IP code, in case of an enclosed control circuit device (see 5.1 and Annex C of IEC 60947-1).
- j) Pollution degree (see 6.1.3.2).
- k) Type and maximum ratings of short-circuit protective device (see 8.3.4.3).
- l) Conditional short-circuit current.
- m) Suitability for isolation, where applicable, with the symbol 07-13-06 of IEC 60617-7.
- n) Indication of contact elements of same polarity.

5.2 Marking**5.2.1 General**

Marking of data under a) and b) of 5.1 is mandatory on the nameplate of the control circuit device in order to permit the complete information to be obtained from the manufacturer.

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

Whenever space permits, data under c) to n) shall be included on the nameplate, or on the control circuit device or otherwise in the manufacturer's published literature.

5.2.2 Terminal identification and marking

Subclause 7.1.8.4 of IEC 60947-1 applies.

5.2.3 Functional markings

Actuators may be identified by symbols in the form of engravings. If a stop-button carries any symbol engraved or marked on the actuator, then this symbol 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 surrounding each actuator or closely adjacent to it.

Symbols shall be in accordance with IEC 60417.

5.2.4 Emergency stop

Actuator shape and colour, background colour and direction of unlatching for emergency stop devices with mechanical latching function shall be in accordance with 4.2 of IEC 60947-5-5.

5.2.5 Operating diagram

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.

It is recommended that the relationship be given in the form of an operating diagram, examples of which are shown in Figure 1 together with explanatory notes.

5.2.5.1 Position indication

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

5.2.5.2 Terminal markings for operating diagrams

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

5.2.6 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 may 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 2.4.1.1 or 2.4.1.2.

5.3 Instructions for installation, operation and maintenance

Subclause 5.3 of IEC 60947-1 applies.

5.4 Additional information

Additional information necessary for certain types of control circuit devices shall appear according to the relevant rules of the appropriate Annexes J and K.

Such additional information shall be supplied by the manufacturer and may be in the form of a wiring diagram or in the instruction sheet supplied with the control circuit device.

6 Normal service, mounting and transport conditions

Clause 6 of IEC 60947-1 applies with the following additions:

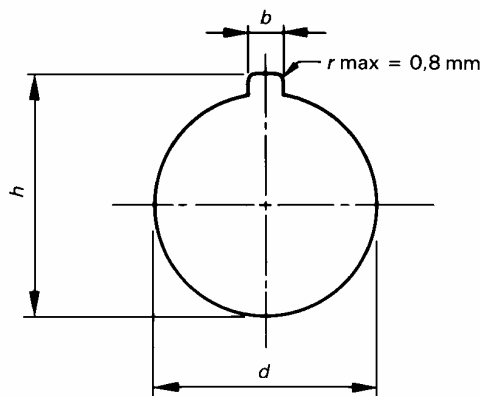
6.1.3.2 Pollution degree

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.

6.3.1 Mounting of single hole mounted devices

The single hole mounted push-buttons and indicator lights are located in a circular hole of the panel, which may have a rectangular recess for a key.

The dimensions are indicated in Table 2:



IEC 902/97

Table 2 – 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 $^{+0,2}_0$

6.3.1.1 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 3.

6.3.1.2 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.

6.3.1.3 Grouping of devices

When a number of devices of the sizes given in 6.3.1 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 3, unless otherwise stated by the manufacturer.

Table 3 – 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 may be capable of being mounted at distances less than those given in Table 3 in accordance with the indication of the manufacturer of the devices. On the other hand, certain types of devices may require distances greater than those given in Table 3.

7 Constructional and performance requirements

7.1 Constructional requirements

Subclause 7.1 of IEC 60947-1 applies except for 7.1.2, 7.1.3, 7.1.7, 7.1.9 and 7.1.13, and with the following additions:

7.1.1 Materials

Materials shall be suitable for the particular application and shall enable the equipment to comply with the relevant test requirements.

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

NOTE Requirements are under consideration.

7.1.2 Current-carrying parts and their connections

Current-carrying parts shall have the necessary mechanical strength and current-carrying capacity for their intended use.

For electrical connections, no contact pressure shall be transmitted through insulating material other than ceramic or other material with characteristics not less suitable, unless there is sufficient resiliency in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage or yielding of the insulation material.

7.1.3 Clearances and creepage distances

Minimum values are given in Table 13 and Table 15 of IEC 60947-1.

7.1.4.3 Actuating force (or moment)

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

The minimum starting force (or moment) shall be sufficiently large to prevent inadvertent operation; e.g. push-buttons and rotary switches to be used with enclosures complying with degrees of protection IPX5 or IPX6 shall not become actuated when hit by the jet of water applied during the test of the enclosed equipment.

7.1.4.4 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 moment.

7.1.4.5 Emergency stop

The actuator shall preferably latch in the actuated position with the control contact open. This latching shall be released by a separate action, e.g. by pulling, rotation, or by means of a key.

NOTE Additional requirements for emergency stop devices with a latching function are given in IEC 60947-5-5.

7.1.6 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 2.1.19 and 7.1.7 of IEC 60947-1).

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.

7.1.7 Class II control circuit devices

These devices shall not be provided with means for protective earthing (see IEC 61140).

For class II control circuit devices insulated by encapsulation, see Annex F.

7.1.8 Requirements for control devices with integrally connected cables

See Annex G.

7.2 Performance requirements

Subclauses 7.2.1.1 and 7.2.2 of IEC 60947-1 apply with the following additions:

7.2.1.2 Limits of operation of contactor relays

The limits of operation for contactor relays shall be in accordance with IEC 60947-4-1.

7.2.3 Dielectric properties

Subclause 7.2.3 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

For Class II control circuit devices insulated by encapsulation, see Annex F.

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

7.2.4.1 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 4, for the required utilization categories and the number of operating cycles indicated, under the conditions specified in 8.3.3.5.2.

During this test the overvoltages generated shall not exceed the impulse withstand voltage values stated by the manufacturer (see 7.2.6).

b) *Making and breaking capacities under abnormal conditions*

The switching elements shall be capable of making and breaking currents without failure under the conditions stated in Table 5, for the required utilization categories and the number of operating cycles specified in Table 5.

7.2.4.2 Vacant

7.2.4.3 Durability

Subclause 7.2.4.3 of IEC 60947-1 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.

7.2.5 Conditional short-circuit current

The switching element shall withstand the stresses resulting from short-circuit currents under the conditions specified in 8.3.4.

7.2.6 Switching overvoltage

Subclause 7.2.6 of IEC 60947-1 applies.

7.2.7 Additional requirements for control switches suitable for isolation

Control switches suitable for isolation shall be tested according to 8.3.3.4 of IEC 60947-1 with a value of test voltage as specified in Table 14 of IEC 60947-1 corresponding to the rated impulse withstand voltage U_{imp} declared by the manufacturer.

Other additional requirements applicable to such control switches are under consideration.

7.3 Electromagnetic compatibility (EMC)

Subclause 7.3 of IEC 60947-1 applies unless otherwise specified in this standard.

Table 4 – Verification of making and breaking capacities of switching elements under normal conditions corresponding to the utilization categories¹⁾

Table 4a

Utilization category	Make ²⁾			Break ²⁾			Minimum on-time
	I/I_e	U/U_e		I/I_e	U/U_e		
AC			$\cos \varphi$			$\cos \varphi$	Cycles (at 50 Hz or 60 Hz)
AC-12	1	1	0,9	1	1	0,9	2
AC-13	2	1	0,65	1	1	0,65	2 ³⁾
AC-14	6	1	0,3	1	1	0,3	2 ³⁾
AC-15	10	1	0,3	1	1	0,3	2 ³⁾
DC			$T_{0,95}$ ms			$T_{0,95}$ ms	Time ms
DC-12	1	1	1	1	1	1	25
DC-13	1	1	$6 \times P^6)$	1	1	$6 \times P^6)$	$T_{0,95}$
DC-14	10	1	15	1	1	15	25 ³⁾

Table 4b

Sequence, number and rate of operations		
Order ⁷⁾	Number	Rate per minute
1	50 ⁴⁾	6
2	10	Rapidly ⁵⁾
3	990	60
4	5 000	6

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

1) See 8.3.3.5.2.

2) For tolerances on test quantities, see 8.3.2.2.

3) 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).

4) The first 50 operating cycles shall be made with the test voltage raised to $U_e \times 1,1$, the test current I_e having been first set with the voltage at U_e .

5) As rapidly as possible whilst ensuring complete closing and opening of contacts.

6) The value " $6 \times P$ " results from an empirical relationship which is found to represent most d.c. 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.

7) For all utilization categories the test sequence shall be in the order given.

Table 5 – Verification of making and breaking capacities of switching elements under abnormal conditions corresponding to the utilization categories¹⁾

Utilization category	Make ²⁾			Break ²⁾			Minimum on-time	Making and breaking operation	
	I/I_e	U/U_e		I/I_e	U/U_e			Number	Rate per minute
AC			$\cos \varphi$			$\cos \varphi$	Cycles (at 50 Hz or 60 Hz)		
AC-12	–	–	–	–	–	–	–	–	–
AC-13 ³⁾	10	1,1	0,65	1,1	1,1	0,65	2 ⁴⁾	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
DC			$T_{0,95}$ ms			$T_{0,95}$ ms	Time ms		
DC-12									
DC-13 ³⁾	1,1	1,1	$6 \times P^{5)}$	1,1	1,1	$6 \times P^{5)}$	$T_{0,95}$	10	6
DC-14	10	1,1	15	10	1,1	15	25 ⁴⁾	10	6
I_e Rated operational current U_e Rated operational voltage $P = U_e \times I_e$ Steady-state power consumption, in W I Current to be made or broken U Voltage before make $T_{0,95}$ Time to reach 95 % of the steady-state current									
¹⁾ The abnormal condition is to simulate a blocked open electromagnet. See 8.3.3.5.3. ²⁾ For tolerances on test quantities, see 8.3.2.2. ³⁾ For semiconductor switching devices an overload protective device specified by the manufacturer should be used to verify the abnormal conditions. ⁴⁾ Both on-time values (for /make and for /break) shall be at least equal to 2 cycles (or 25 ms for DC-14). ⁵⁾ The value " $6 \times P$ " results from an empirical relationship which is found to represent most d.c. 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 consumption value. For semiconductor switching devices the maximum time constant shall be 60 ms, i.e. $T_{0,95} = 180$ ($3 \times$ time constant).									

8 Tests

8.1 Kinds of test

8.1.1 General

Subclause 8.1.1 of IEC 60947-1 applies.

8.1.2 Type tests

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

They comprise the verification of:

- temperature-rise (8.3.3.3);
- dielectric properties (8.3.3.4);
- making and breaking capacities of switching elements under normal conditions (8.3.3.5.2);

- d) making and breaking capacities of switching elements under abnormal conditions (8.3.3.5.3);
- e) performance under conditional short-circuit current (8.3.4);
- f) constructional requirements (8.2);
- g) degree of protection of enclosed control circuit devices (8.3.1).

8.1.3 Routine tests

Routine tests are the responsibility of the manufacturer and are usually limited to a mechanical inspection and a verification of the mechanical operation.

In certain cases specified in Annexes J and K, the inspection is supplemented by a dielectric test.

When performed, the dielectric test is carried out according to 8.3.3.4 with the following amendments: the required minimum duration of voltage application is reduced to about 1 s and the metal foil and external terminal connections are unnecessary.

Additional routine tests for the control switch or the control circuit device may be specified as appropriate. A sampling plan may be accepted.

8.1.4 Sampling tests

Sampling tests shall be performed on time delay devices to verify the time delay or range of time delay as stated by the manufacturer.

NOTE Sampling tests for clearance verification, according to 8.3.3.4.3 of IEC 60947-1 are under consideration.

8.1.5 Special tests

These tests are subject to agreement between manufacturer and user.

They comprise the verification of the durability (see Annex C).

The mechanical and electrical durability tests shall be performed with the actuator operated by a machine that complies with the requirements of 8.3.2.1.

8.2 Compliance with constructional requirements

Subclause 8.2 of IEC 60947-1 applies except for 8.2.5 and 8.2.6.

8.2.5 Verification of actuating force (or moment)

When required in 7.1.4.3, the minimum actuating force or moment shall be tested during sequence V of 8.3.1. The performance shall be as stated in 7.1.4.3.

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

When this test is required in 7.1.4.4, it shall be tested during sequence VI of 8.3.1. The test sample shall be mounted according to the manufacturer's instructions.

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

8.3 Performance

8.3.1 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 (8.3.3.2), if applicable
Test No. 2 – Temperature rise (8.3.3.3)
Test No. 3 – Dielectric properties (8.3.3.4)
Test No. 4 – Mechanical properties of terminals (8.2.4 of IEC 60947-1)
- **Test sequence II** (sample No. 2)
Test No. 1 – Making and breaking capacities of switching elements under normal conditions (8.3.3.5.2)
Test No. 2 – Dielectric verification (8.3.3.5.5 b))
- **Test sequence III** (sample No. 3)
Test No. 1 – Making and breaking capacities of switching elements under abnormal conditions (8.3.3.5.3)
Test No. 2 – Dielectric verification (8.3.3.5.5 b))
- **Test sequence IV** (sample No. 4)
Test No. 1 – Performance under conditional short-circuit current (8.3.4)
Test No. 2 – Dielectric verification (8.3.3.5.5 b))
- **Test sequence V** (sample No. 5)
Test No. 1 – Degree of protection of enclosed control circuit devices (Annex C of IEC 60947-1)
Test No. 2 – Verification of actuation force or moment (8.2.5)
- **Test sequence VI** (sample No. 6)
Test No. 1 – Measurement of clearances and creepage distances, if applicable (7.1.3)
Test No. 2 – Verification of limitation of rotation of a rotary switch (8.2.6).

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 at the request of the manufacturer. However, the tests shall be conducted in the sequence given for each sample above.

NOTE For class II control circuit devices insulated by encapsulation, additional samples are required (see Annex F). For control circuit devices with integrally connected cables, see Annex G.

8.3.2 General test conditions

8.3.2.1 General requirements

Subclause 8.3.2.1 of IEC 60947-1 applies with the following addition:

The tests shall be performed with the actuator operated by a machine complying with the requirements of 8.3.2.1 a) for linear movement or, for a rotary switch, in accordance with 8.3.2.1 b) or 8.3.2.1 c).

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

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

During the whole part of the operating cycle where the contacts move from the open to closed position (or vice versa) or at least at the moment when the switching operation occurs, the velocity of the operating machine, measured where it touches the actuator, shall be 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 between 0,5 to 1 revolution per second.
- c) For limited movement rotary switches, operation shall be at a speed of 1 to 4 revolutions per second.

8.3.2.2 Test quantities

Subclause 8.3.2.2 of IEC 60947-1 applies except for 8.3.2.2.3.

8.3.2.3 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 standard if it meets the requirements of each test and/or test sequence as applicable.

8.3.2.4 Test reports

Subclause 8.3.2.4 of IEC 60947-1 applies.

8.3.3 Performance under no-load, normal load and abnormal load conditions

8.3.3.1 Operation

Subclause 8.3.3.1 of IEC 60947-1 applies.

8.3.3.2 Operating limits of contactor relays

The operating limits of contactor relays shall be in accordance with the standard applicable to contactors (see IEC 60947-4-1).

8.3.3.3 Temperature rise

Subclause 8.3.3.3 of IEC 60947-1 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.

NOTE Several temperature-rise tests may be necessary if the control circuit device has several positions in which switching elements are in their closed position.

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

8.3.3.4 Dielectric properties

Subclause 8.3.3.4 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

For Class II control circuit devices insulated by encapsulation, see Annex F.

8.3.3.4.1 Type tests

Subclause 8.3.3.4.1 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

Add, after the second paragraph of 3) c):

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.

8.3.3.5 Making and breaking capacities

Tests for verification of making and breaking capacities shall be made according to the general test requirements stated in 8.3.2.1.

8.3.3.5.1 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.

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 5. 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 5.

Contact elements of the opposite polarity shall be connected in accordance with the circuit shown in Figure 6. 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 6, for an adjacent contact of opposite polarity.

If the make and break operations require different values, the circuit shown in Figure 7 shall represent load L_d in Figures 5 and 6.

For a.c. 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 7).

For d.c. 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 9. For guidance, an example of an iron-cored load is shown in Annex B.

Test voltage and test current shall be in accordance with Tables 4 and 5. The test circuit applied shall be stated in the test report.

8.3.3.5.2 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 4, the 6 050 operating cycles shall be carried out in the following sequence:

- 50 operations at 10 s intervals with the voltage set at $1,1 U_e$;
- 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).

8.3.3.5.3 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 5.

8.3.3.5.4 Vacant

8.3.3.5.5 Results to be obtained

- a) During the tests of 8.3.3.5.2 and 8.3.3.5.3 there shall be no electrical or mechanical failures, no contact welding or prolonged arcing, and the fuses shall not blow.
- b) After the test of 8.3.3.5.2 and 8.3.3.5.3 the device shall withstand the power-frequency test voltage of $2 U_e$, but not less than 1 000 V, applied as specified in 8.3.3.4.1.

8.3.4 Performance under conditional short-circuit current

8.3.4.1 General conditions for short-circuit tests

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

8.3.4.2 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 8. The test quantities shall be in accordance with 8.3.4.3.

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 should be tested.

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

8.3.4.3 Test circuit and test quantities

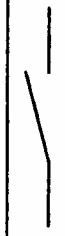
The switching element shall be connected in series with the short-circuit protective device of type and rating stated by the manufacturer, it shall also be in series with the switching device intended to close the circuit.

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.

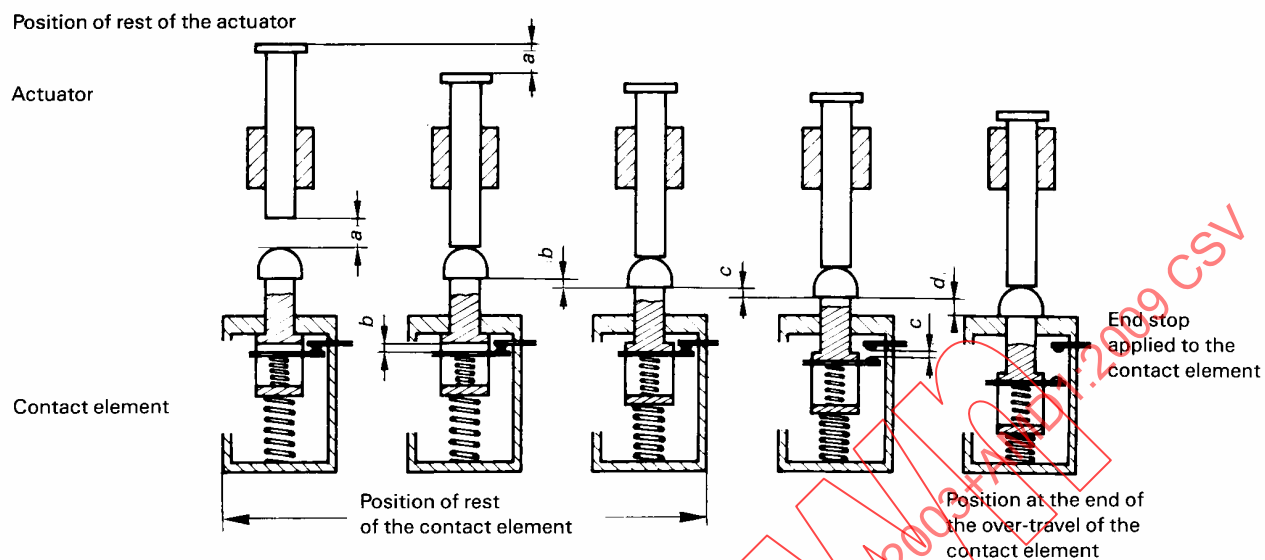
8.3.4.4 Condition of the switching element after the test

- a) After the short-circuit test it shall be possible to open the switching elements by the normal actuating system.
- b) After the test the device shall withstand the power-frequency voltage of $2 U_e$ but not less than 1 000 V applied as specified in 8.3.3.4.1.

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		Contact element closed in actuator positions No. 2, 4 and 5.
3			x				Two contact elements used as change-over contact elements with 3 terminals.
4				x	x		Contact element with pulse (fleeing) contact closed between actuator positions No. 2 and 3.
5		x		x		x	Contact element with pulse (fleeing) 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	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 (*).
9		x		x			Operation in which contact element B is arranged to close before and open after contact element 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.		x		x			

422/89

Figure 1 – Examples of the recommended method for drawing an operating diagram of a rotary switch



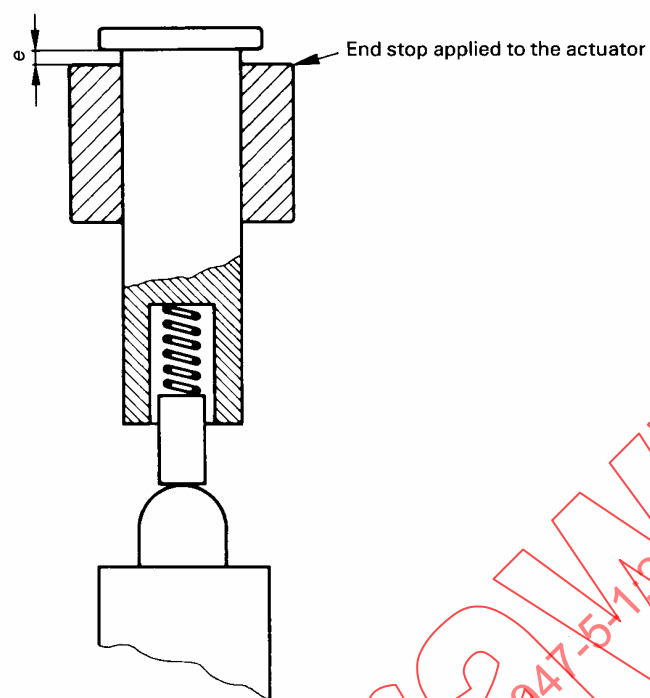
IEC 903/97

- 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
- $b + c + d$ Total travel of the contact element

$a + b + c + d + e)^*$ Total travel of the actuator

*NOTE Because of a possible resilient connection between the actuator and the contact element (for example, see Figure 3), the over-travel of the actuator may exceed the over-travel of the contact element by a length e .

Figure 2 – Operation of push-buttons



IEC 904/97

Figure 3 – Difference e between the over-travel of the actuator and that of the contact element

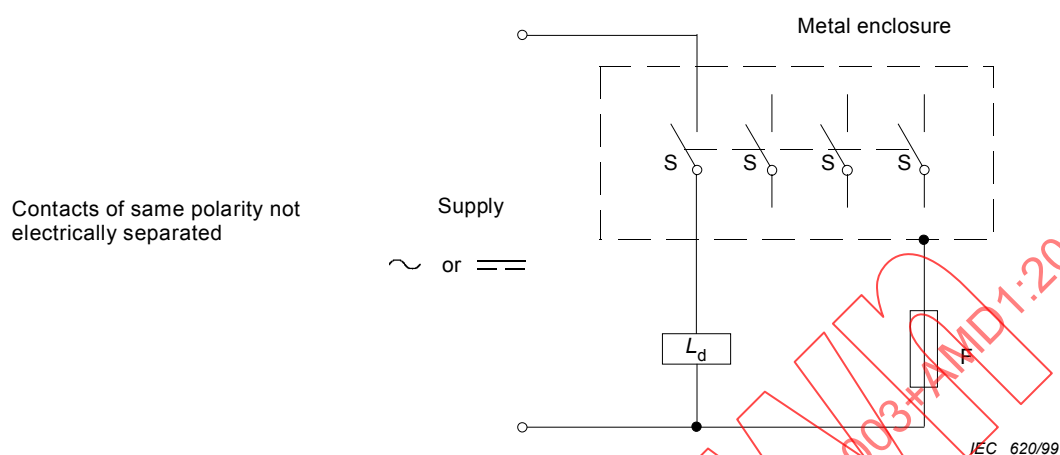
Figure No.	Figure	Symbols	Forms	Description
4a)		 Note 1	A	Single gap contact element with two terminals
		 Note 1	B	
4b)		 Note 1	X	Double gap contact element with two terminals
		 Note 1	Y	
4c)		 Note 1	C	Change-over, single gap, contact element with three terminals
4d)		 Note 1	Za	Change-over, double gap, contact element with four terminals Note – The contacts are of the same polarity
4e)		 Note 1	Zb	Change-over, double gap, contact element with four terminals (The two moving contacts are electrically separated) Note – Multiple electrically separated contact configurations are also covered by Zb

IEC 857/09

NOTE 1 Symbols according to IEC 60617.

Figure 4 – Examples of contact elements (schematic sketches)

Test circuits
(see 8.3.3.5)
Multi-pole control switches

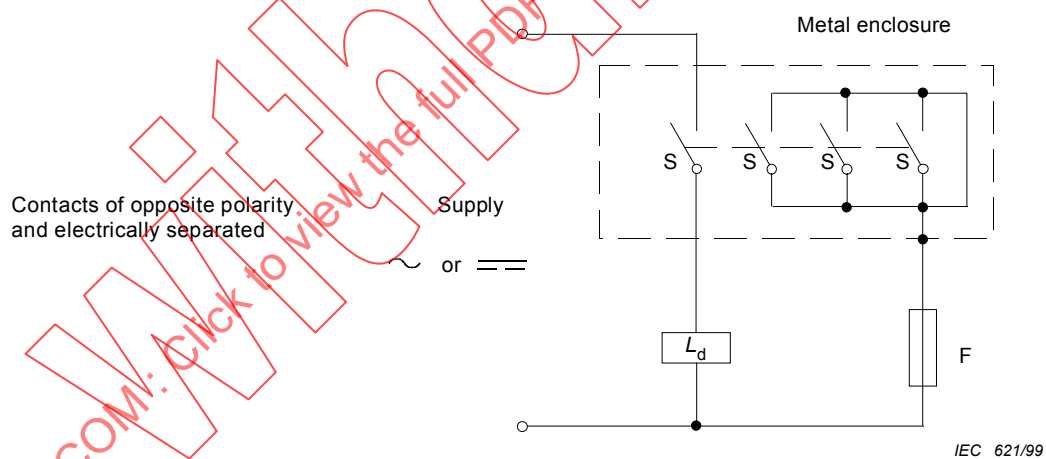


L_d : Load according to Figure 7

F: Fuse or isolation measurement device

S: Contact element (NO or NC)

**Figure 5 – Test circuits for multi-pole control switches –
Contacts of same polarity, not electrically separated**



L_d : Load according to Figure 7

F: Fuse or isolation measurement device

S: Contact element (NO or NC)

**Figure 6 – Test circuits for multi-pole control switches –
Contacts of opposite polarity, and electrically separated**

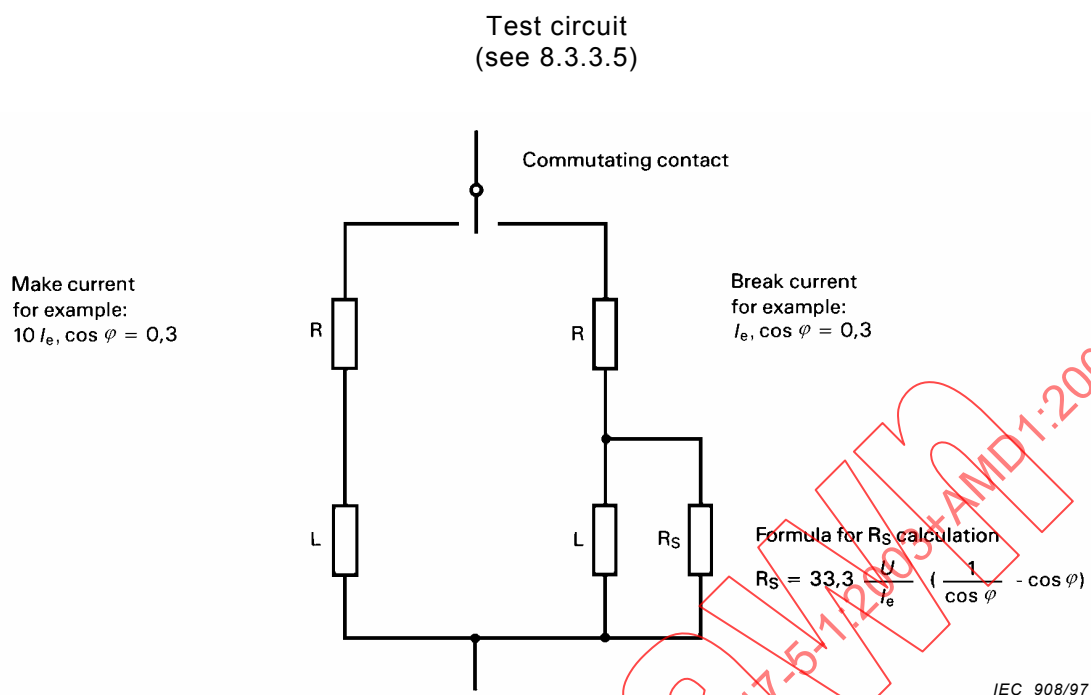
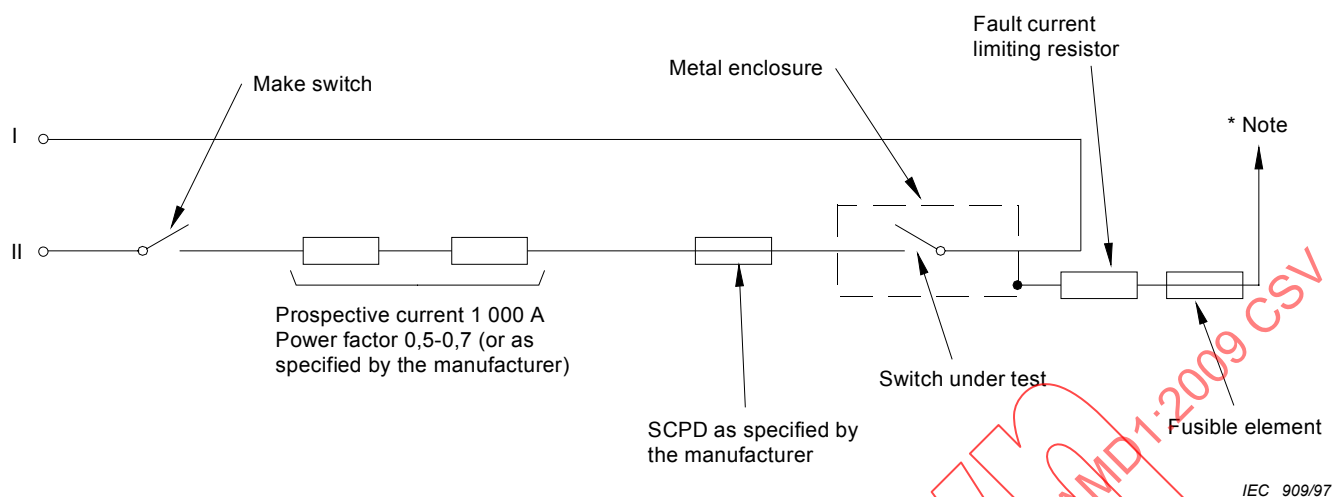


Figure 7 – Load L_d details for test conditions requiring different values of make and break current and/or power factor (time constant)



NOTE To be connected alternatively to I or II on successive tests.

Figure 8 – Test circuit, conditional short-circuit current (see 8.3.4.2)

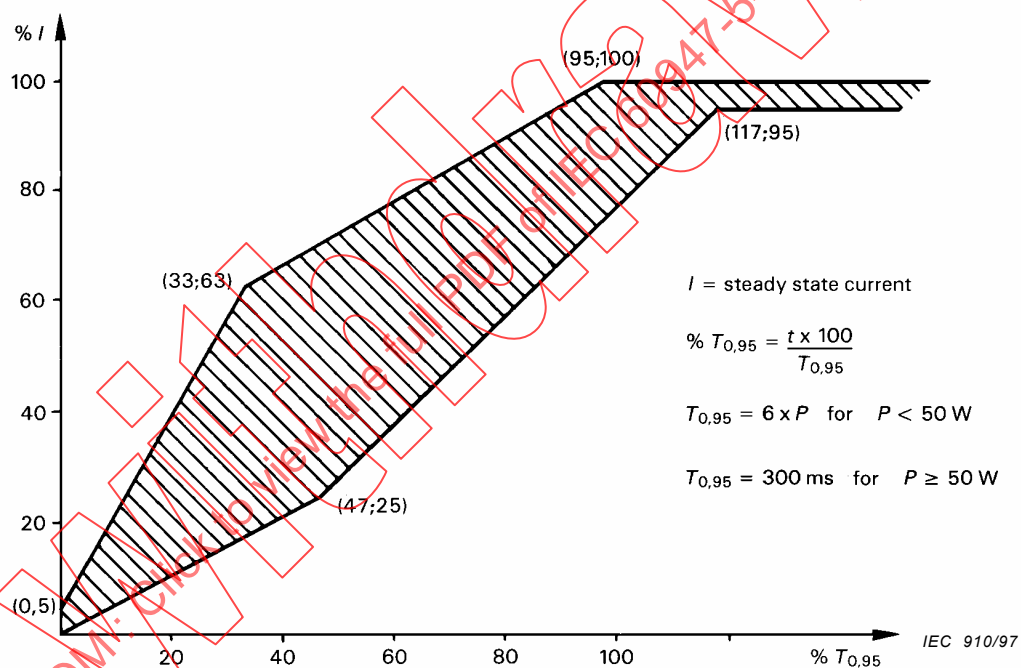


Figure 9 – Current/time limits for d.c. test loads (see 8.3.3.5.3)

Annex A

(normative)

Electrical ratings based on utilization categories

(see 3.1)

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

Désignation ¹⁾	Utilization category	Conventional enclosed thermal current I_{the} A	Rated operational current I_e (A) at rated operational voltage U_e							VA rating	
			120 V	240 V	380 V	480 V	500 V	600 V	M	B	
Alternative current											
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	0,1	—	—	—	—	28	28	
									M = make B = break		

NOTE 1 The letter stands for the conventional enclosed thermal current and identifies (a.c. or d.c.): for example B means 5 A a.c. The rated insulation voltage U_i is at least equal to the number after the letter.

NOTE 2 The rated operational current I_e (A), the rated operational voltage U_e (V) and the break apparent power B (V.A) 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 ¹⁾**

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

¹⁾ The rated operational voltage shall be specified by the manufacturer.

Table A.3 – Examples of semiconductors switching element ratings for d.c. ¹⁾

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

¹⁾ The rated operational voltage shall be specified by the manufacturer.

Annex B (normative)

Example of inductive test loads for d.c. 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.

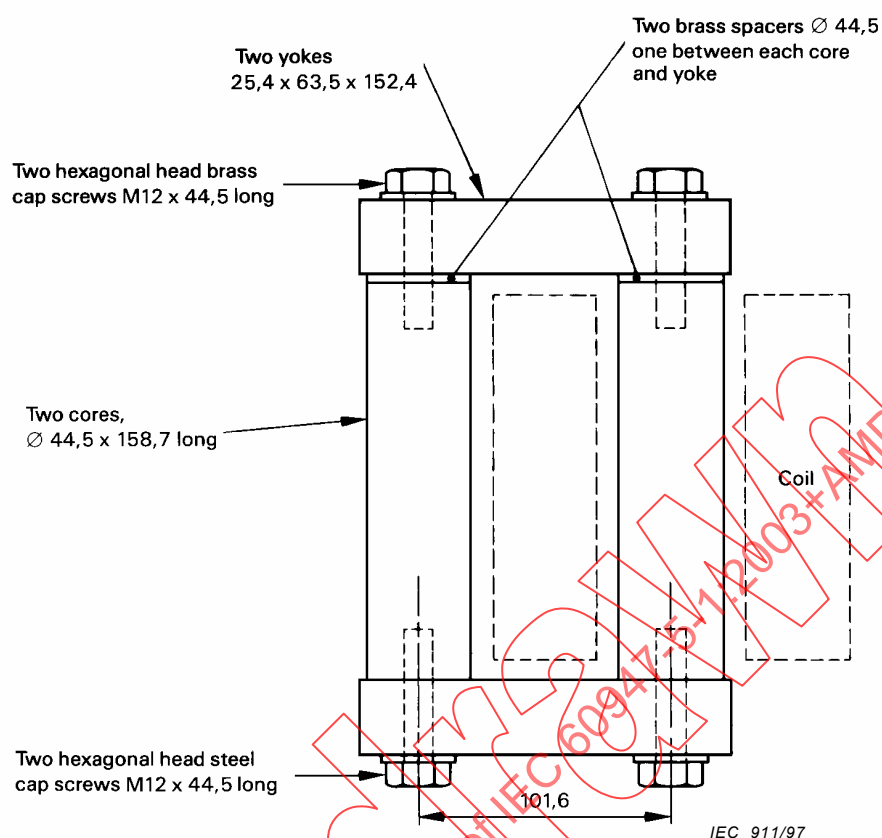
B.2 Construction

The following inductive test loads may be used to approximate the loads imposed upon contacts used in d.c. 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 and 19,9 $\mu\Omega/\text{cm}$. (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 the 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

Figure B.1 – Construction of load for d.c. contacts

Table B.1 – DC loads

Coil construction					
Test voltage V	Number of turns	Wire size mm ²	Approximate coil resistance Ω	Current limit with series resistor A	Wattage at test voltage 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 7.2.4.3) described in this annex are conducted at the discretion of the manufacturer. If the manufacturer declares a mechanical and/or electrical durability, the value shall correspond to the special tests described respectively in C.2 and/or C.3.

NOTE Both durability types apply to the complete control circuit device.

Both durability types are 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 millions.

C.1.2 Test procedures

C.1.2.1 General

Every test shall be performed under the general conditions stated in 8.3.2.1, 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, as recommended by the manufacturer.

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.

The manufacturer may declare mechanical durability based on experience with similar design.

NOTE The *single 8* or *double 3* test methods are both given in IEC 60410 (see Tables X-C-2 and X-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 may 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 8.3.3.4 with a rated test voltage equal to $2 U_e$ with a minimum of 1 000 V.

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, periodically the contacts shall be checked 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

Electrical durability tests are carried out by operating the device under the conditions defined in Table C.1, in accordance with C.3.2.1 for a.c. or with C.3.2.2 for d.c.

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	$0,7^{1)}$	I_e	U_e	$0,4^{1)}$
Direct ²⁾	DC-13	I	U	$T_{0,95}$	I	U	$T_{0,95}$
		I_e	U_e	$6 \times P^{3)}$	I_e	U_e	$6 \times P^{3)}$
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					
1) 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. 2) For d.c. 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. 3) The value "$6 \times P$" results from an empirical relationship which is found to represent most d.c. 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.3.2.1 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.3.2.2 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 %.

AC test circuits (see C.3.2.1)

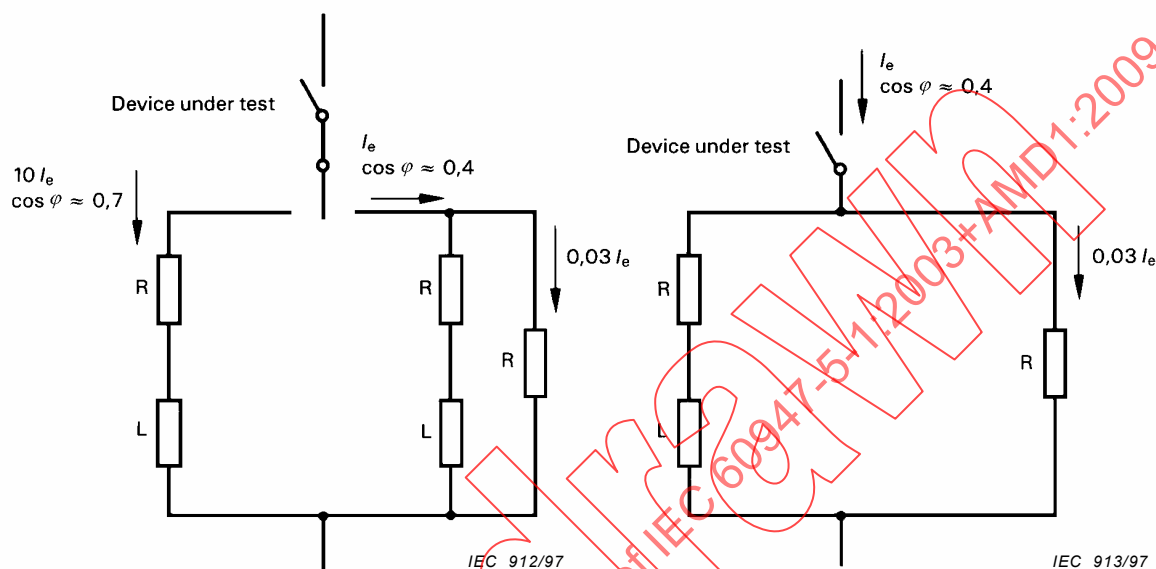


Figure C.1 – Normal circuit
(see C.3.2.1)

Figure C.2 – Simplified circuit
(see C.3.2.1)

Annex D

Vacant

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-5-1:2003+AMD1:2009 CSV

Withdwn

Annex E (normative)

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 applies, as far as covered by clauses and of this standard, with the following additions:

Clause or subclause number of this standard	Item
5.2.5	Relationship between the positions of the actuator of rotary switches and the associated contact element positions in the operating diagram (indication by the manufacturer)
5.2.6	Characteristics of the delay of time-delay contact elements with adjustable delay of contactors relays (indication by manufacturer)
6.1.1 (Annex K)	Choice of connecting conductors for position switches with direct opening action
8.3.1	Test sequences made on one sample only (at the manufacturer's request)
8.3.4.3	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 insulated by encapsulation Requirements and tests

F.1 General

This annex specifies constructional requirements and 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.

All non-encapsulated parts shall have clearances and creepage distances double to those specified in 7.1.3.

F.2 Definitions

For the purposes of this annex, the following definitions apply:

F.2.1 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

F.2.1.1 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

F.2.1.2 potting

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

F.2.2 compound

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

F.2.3 temperature range of the compound

the ambient temperature range stated in 6.1.1 of IEC 60947-1

F.5 Marking

Control devices according to this annex shall be marked with the following symbol



This symbol is 60417-2-IEC-5172.

F.7 Instructional and functional requirements

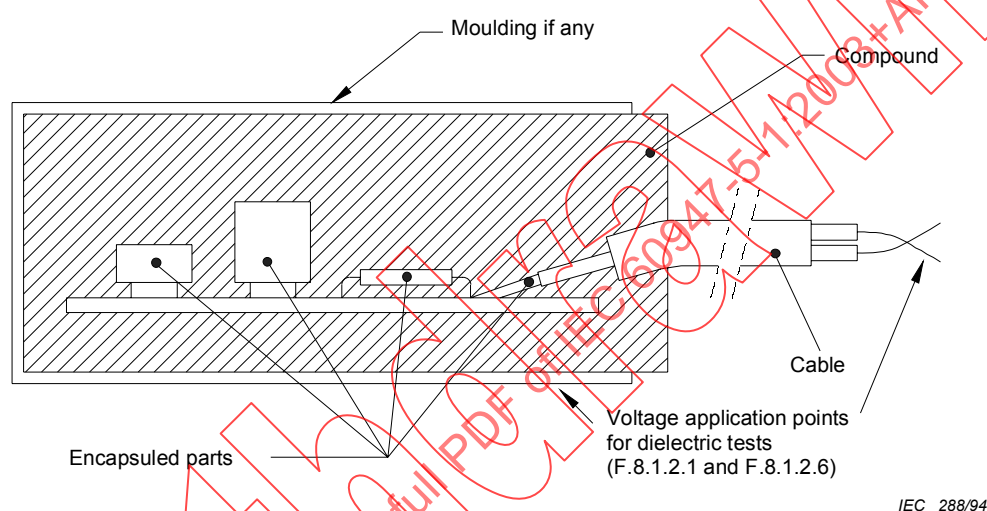
F.7.1 Choice of compound

The compound shall be chosen so that the encapsulated control devices comply with the tests defined in F.8.

F.7.2 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.8.1.2.5 and F.8.1.2.2.



IEC 288/94

Figure F.1 – Insulation by encapsulation

F.7.3 Dielectric properties

Subclause 7.2.3 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 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 12A of IEC 60947-1 plus 1 000 V.

F.8 Tests

F.8.1 Kind of tests

F.8.1.1 General

Subclause 8.1.1 of IEC 60947-1 applies.

F.8.1.2 Type test

The following sequence of 6 tests shall be applied to each of 3 samples in the specified order.

F.8.1.2.1 Dielectric tests in new conditions

Subclause 8.3.3.4 of IEC 60947-1 applies with the exception that the values of voltages 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 encapsulated device (see Figure F.1). No breakdown of the insulation shall occur.

F.8.1.2.2 Cable tests (if applicable)

Control circuit devices provided with integrally connected cables shall comply with requirements of Annex G.

F.8.1.2.3 Rapid change of temperature test

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

T_A and T_B are the minimum and the maximum temperatures stated in F.2.3

Transition time t_2 : 2 min to 3 min

Number of cycles: 5

Exposure time t_1 : 3 h

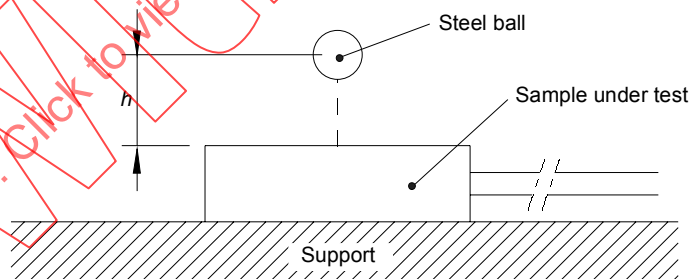
After the test no visible damage shall be observed.¹⁾

F.8.1.2.4 Impact test

The test is performed as follows (see Figure F.2). 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 encapsulated device.

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



IEC 289/94

Figure F.2 – Test apparatus

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

¹⁾ Small cracks of the moulding compounds, if any (see Figure F.1) are acceptable after tests F.8.1.2.3, F.8.1.2.4 and F.8.1.2.5.
They shall not impair the results of the final test of F.8.1.2.6.

After test no visible damage shall be observed.¹⁾

F.8.1.2.5 Damp heat, cyclic

The test Db shall be performed according to IEC 60068-2-30 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.

After the test no visible damage shall be observed.¹⁾

F.8.1.2.6 Dielectric test after stresses

Following Test F.8.1.2.5, the dielectric properties shall be checked by repeating tests specified in 8.3.3.4 with the test voltage of power-frequency withstand voltage being applied for 5 s.

The results to be obtained shall be as stated in 8.3.3.4 with the addition that the leakage current shall not exceed 2 mA at 1,1 U_i .

F.8.1.3 Routine tests

Subclause 8.1.3 applies but the dielectric test is mandatory.

¹⁾ Small cracks of the moulding compounds, if any (see Figure F.1) are acceptable after tests F.8.1.2.3, F.8.1.2.4 and F.8.1.2.5.
They shall not impair the results of the final test of F.8.1.2.6.

Annex G (normative)

Additional requirements for control circuit devices with integrally connected cables

G.1 General

This annex 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. This annex states the constructional and performance requirements for the cable, the cable anchorage and the cable entrance seal.

G.2 Definitions

For the purpose of this annex, the following definitions apply:

G.2.1

cable connected control circuit device

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

G.2.2

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

G.2.3

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

G.7 Constructional and performance requirements

G.7.1 Constructional requirements

G.7.1.1 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 may be specified in the relevant product standard.

G.7.1.2 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 internal parts of the device.

G.7.1.3 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).

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

G.7.2 Performance requirements

The cable and the cable entrance sealing means shall be capable of withstanding the tests given in G.8.

G.8 Tests

The purpose of these tests is to ensure integrity of the cable anchorage during handling and installation. Once installed, the control circuit device and cable should be fixed relative to each other.

G.8.1 Type tests

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

G.8.1.1 Pull 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 pull force shall be 160 N for a cable diameter greater than or equal to 8 mm. The pull force for cable diameters of less than 8 mm shall be of the value (in N) of 20 times the external cable diameter (in mm).

G.8.1.2 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.8.1.3 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.

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

G.8.1.4 Bend test

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

- a) 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;
- b) tilt the control circuit device 90° to cause a 90° bend in the cable, maintaining that position for 1 min;
- c) 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.8.2 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 and verification of compliance with the stated IP designation.

Annex H

(normative)

Additional requirements for semiconductor switching elements for control circuit devices

H.1 General

H.1.1 Scope

This annex 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 standard.

H.1.2 Object

The object of this annex is to state additional requirements for semiconductor switching elements which are not contained in this standard.

H.2 Definitions

In addition to this standard, the following definitions apply.

H.2.1 voltage drop

U_d

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

H.2.2 minimum operational current

I_m

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

H.2.3 OFF-state current

I_r

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

H.3 Classification

H.3.1 Semiconductor switching elements

- 1) Utilization categories (see 4.4 and H.4.2).
- 2) Electrical ratings based on utilization categories (see Annex A).

H.4 Characteristics

H.4.1 Rated voltage

H.4.1.1 Rated operational voltage (U_e)

Subclause 4.3.1.1 applies.

H.4.1.2 Operational voltage

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.

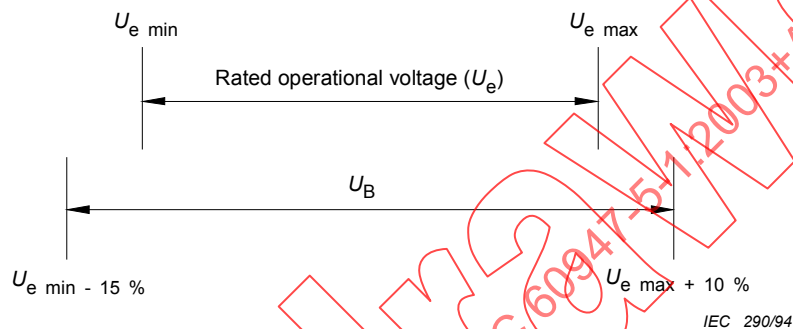


Figure H.1 – Relationship between U_e and U_B

H.4.2 Utilization categories

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

H.5 Product information

Nature of information

The following information shall be given by the manufacturer: 5.1 applies with the following additions:

Basic rated values and utilization

- Voltage drop (see H.7.1.1)
- Minimum operational current (see H.7.1.2)
- OFF-state current (see H.7.1.3)
- Making and breaking capacities (see H.7.2.1)
- Conditional short-circuit current (see H.7.3)
- Electromagnetic compatibility, EMC (see H.7.4)

H.7 Constructional and performance requirements

H.7.1 Performance requirements

Subclause 7.2 applies with the following additions:

H.7.1.1 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.8.2.

H.7.1.2 Minimum operational current (I_m)

This shall be stated by the manufacturer and verified according to H.8.3.

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

H.7.1.3 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 Tables A.2 and A.3, unless otherwise specified in the relevant product standard. The OFF-state current shall be verified according to H.8.4.

H.7.2 Ability to make under abnormal and normal conditions

H.7.2.1 Making and breaking capacities

See 4.3.5.

H.7.3 Conditional short-circuit current

The switching element shall withstand the stresses resulting from short-circuit currents under the conditions specified in H.8.6.

H.7.4 Electromagnetic compatibility (EMC)

Subclause 7.3 of IEC 60947-1 applies.

H.8 Tests

H.8.1 Type tests

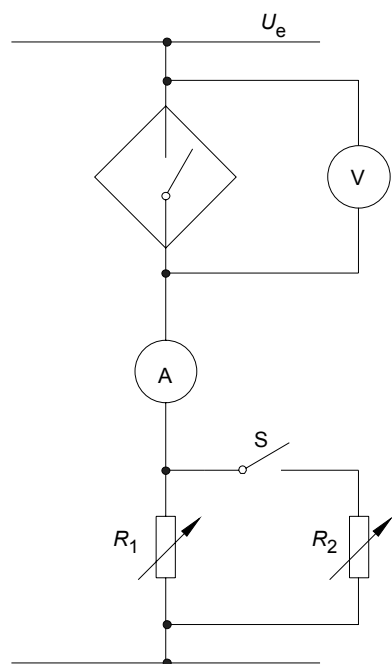
Subclause 8.1.2 applies with the following additions:

- a) Voltage drop (see H.8.2)
- b) OFF-state current (see H.8.4)
- c) Making and breaking capacities (see H.8.5)
- d) Performance under short-circuit current conditions (H.8.6)
- e) Verification of electromagnetic compatibility (see H.8.7)
- f) Impulse voltage withstand test (see 8.3.3.4)

H.8.2 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.7.1.1.



R_1 = Resistive load

R_2 = Resistive load

V = High impedance voltmeter, 0,2 M Ω /V

A = Ammeter

S = Switch

r.m.s. for a.c.
average for d.c.

Figure H.2 – Example of test circuit for the verification of voltage drop, minimum operational current and OFF-state current (see H.8.2, H.8.3 and H.8.4)

H.8.3 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.7.1.2.

H.8.4 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.7.1.3.

H.8.5 Making and breaking capacities

Subclause 8.3.3.5 applies.

H.8.6 Performance under short-circuit current conditions

H.8.6.1 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 loads, R and L are so selected that the current flowing through the switching element is equal to its rated operational current at the rated operational voltage (U_e) and at the power factor or $T_{0,95}$ time constant stated in Table 5 or in Table H.3. The supply S shall be adjusted to a prospective short-circuit current of 1 000 A, unless otherwise specified in the product standard, at the rated operational voltage (U_e). The supply circuit shall have air-cored reactors connected in series with resistors to provide a power factor of 0,5 to 0,7. No damping load shall be added parallel with the reactors. The open circuit voltage shall be 1,1 times the maximum rated operational voltage of the switching element.

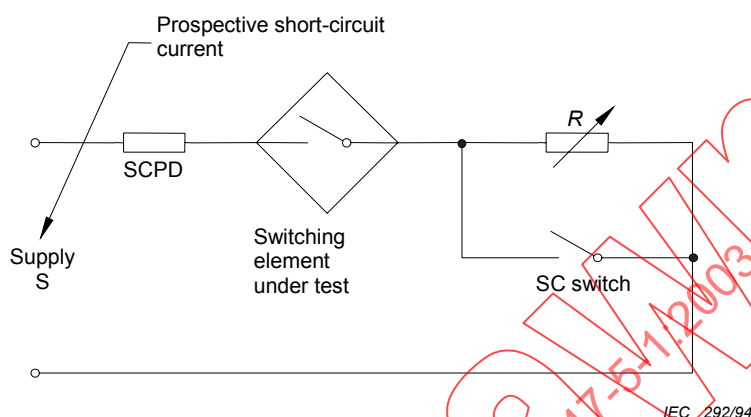


Figure H.3 – Short-circuit testing (see H.8.6.1)

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.8.6.2 Condition of the switching element after the test

Subclause 8.3.4.4 applies.

H.8.7 Verification of electromagnetic compatibility

H.8.7.1 General

Emission and immunity tests are type tests and shall be carried out under the following common conditions.

The switching element is mounted in free air connected to a load corresponding to the rated operational current (I_e) and is supplied with its rated operational voltage (U_e), or the maximum voltage of its voltage range.

The connecting leads shall be 2 m in length.

The tests shall be performed

- a) with the switching element in the ON-state,
- b) with the switching element in the OFF-state.

H.8.7.2 Immunity

H.8.7.2.1 General

Performance criteria are based on the acceptance criteria in Table 24 of IEC 60947-1.

Performance criterion A: During the tests, the output state of the switching element shall not change.

Performance criterion B: During the tests, the output state of the switching element shall not change for more than 1 ms for d.c. devices or one half-wave of supply frequency for a.c. devices.

Performance criterion C: Temporary degradation or loss of performance which is self recoverable or requires system reset.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-5-1:2003+AMD1:2009 CSV

Table H.1 – Immunity tests

Type of test	Test level required		Acceptance criteria
Electrostatic discharge immunity test IEC 61000-4-2	8 kV / air discharge or 4 kV / contact discharge		B
Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test (80 MHz to 1 GHz and 1,4 GHz to 2 GHz) IEC 61000-4-3	10 V/m		A
Electrical fast transient/burst immunity test IEC 61000-4-4	2 kV / 5 kHz on power ports ^a 1 kV / 5 kHz on signal ports ^b		B
Surge immunity test (1,2/50 μs – 8/20 μs) IEC 61000-4-5 ^c	2 kV (line to earth) 1 kV (line to line)		B
Conducted disturbances induced by radio-frequency fields immunity test (150 kHz to 80 MHz) IEC 61000-4-6	10 V		A
Power frequency magnetic field immunity test ^d IEC 61000-4-8	30 A/m		A
Voltage dips immunity test IEC 61000-4-11	Class 2 ^{e, f} 0 % during 0,5 cycle	Class 3 ^{e, f} 0 % during 0,5 cycle	B
	Class 2 ^{e, f, g} 0 % during 1 cycle 70 % during 25/30 cycles	Class 3 ^{e, f, g} 0 % during 1 cycle 40 % during 10/12 cycles 70 % during 25/30 cycles 80 % during 250/300 cycles	C
Voltage interruptions immunity test IEC 61000-4-11	Class 2 ^{e, f, g} 0 % during 250/300 cycles	Class 3 ^{e, f, g} 0 % during 250/300 cycles	C
Immunity to harmonics in the supply IEC 61000-4-13	No requirements ^h		

^a Power port: the point at which a conductor or cable carrying the primary electrical power needed for the operation of the switching element or associated equipment is connected.

^b Signal port: the point at which a conductor or cable carrying information for transferring data or signals is connected to the switching element.

^c Not applicable for ports with a rated voltage of 24 V or less.

^d Applicable only to equipment containing devices susceptible to power frequency magnetic fields.

^e Class 2 applies to points of common coupling and in-plant points of common coupling in the industrial environment in general.
Class 3 applies to in-plant couplings in industrial environment only. This class should be considered when a major part of the load is fed through converters; welding machines are present; large motors are frequently started or loads vary rapidly.
The manufacturer shall state the applicable class.

^f The given percentage means percentage of the rated operational voltage, e.g. 0 % means 0 V.

^g The value before the solidus (/) is for 50 Hz and the value behind is for 60 Hz tests.

^h Requirements are under study for the future.

H.8.7.2.2 Electrostatic discharges

The test shall be performed according to IEC 61000-4-2 and Table H.1.

H.8.7.2.3 Radiated radio-frequency electromagnetic fields

The test shall be performed according to IEC 61000-4-3 and Table H.1.

If the worst case direction is known, then the test need only be performed in that direction. Otherwise, the electromagnetic field shall be faced to the device under test in three mutually perpendicular directions.

H.8.7.2.4 Electrical fast transients/bursts

The test shall be performed according to IEC 61000-4-4 and Table H.1, with the connecting leads of the device placed in the capacitive coupling clamp.

NOTE The capacitive coupling is the preferred test method because it simulates the disturbances present during normal application as a result of parallel wires.

H.8.7.2.5 Surges

The test shall be performed according to IEC 61000-4-5 and Table H.1, with the following additional requirements in order to simplify the test procedure without impairing the validity of the verification of the EMC requirements:

- the switching element is powered during the test.
- the impulse test shall be applied:
 - a) between terminals intended to be connected to the power supply;
 - b) between each output terminal and each terminal intended to be connected to the power supply.
- Three positive and three negative impulses shall be applied between each two points at intervals of not less than 5 s.

H.8.7.2.6 Conducted disturbances induced by radio-frequency fields

The test shall be performed according to IEC 61000-4-6 and Table H.1.

H.8.7.2.7 Power-frequency magnetic fields

The test shall be performed according to IEC 61000-4-8 and Table H.1.

Applicable only to equipment containing devices susceptible to power-frequency magnetic fields.

H.8.7.2.8 Voltage dips and interruptions

The test shall be performed according to IEC 61000-4-11 and Table H.1.

Applicable only to a.c. switching elements.

H.8.7.3 Emission

The test shall be performed under worst case conditions according to CISPR 11 Group 1, Class A, and 7.3.3.2 of IEC 60947-1.

These limits are given for switching elements exclusively intended for use in industrial environment A. When they can be used in domestic environment B, the following notice shall be included in the instructions for use:

NOTICE

This is a Class A product. In a domestic environment this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures.

Annex J (normative)

Special requirements for indicator lights and indicating towers

J.1 General

J.1.1 Scope

This annex applies to indicator lights and indicating towers, which shall also comply with the relevant requirements of this standard.

J.1.2 Object

This annex gives additional requirements applicable to indicator lights, together with definitions and terms useful for stating the required characteristics of design and performance.

J.2 Definitions

The following additional definitions are applicable:

J.2.1

indicator light

light signal giving information either by lighting or extinguishing

J.2.2

lens of an indicator light

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

J.2.3

bezel

holder of a lens

J.2.4

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

J.2.5

indicating tower

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

NOTE Other elements, e.g. network interface elements may be added.

J.3 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;
- Nature of light source (for example: filament lamp, LED).

J.4 Characteristics

J.4.1 Rated operational voltage of an indicator light

A value of voltage, assigned by the manufacturer which determines the application of the indicator light.

J.4.2 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 may be necessary to limit the power according to the mounting conditions; the manufacturer of the indicator light may assign two values of rated power (see J.8.3.3.3):

- 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.4.3 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 may 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 Product information

The applicable requirements are:

Items a) and b) of 5.1;

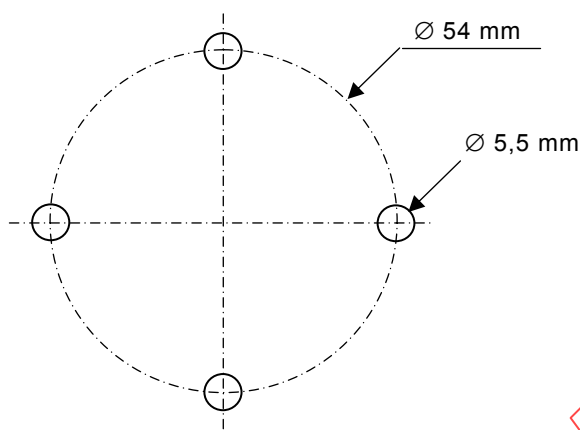
c) the following markings shall appear on the indicator light:

- 1) rated voltage of the indicator light;
- 2) rated voltage of the lamp (if different from the rated voltage of the indicator light).
- 3) rated power of the lamp or its type designation, or rated current for a LED.

J.6 Normal service, mounting and transport conditions

There are no supplementary requirements.

The following mounting dimensions for the indicating tower socket are recommended:



IEC 2647/03

J.7 Constructional and performance requirements

Clause 7 applies with the following additions:

J.7.1.12 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 8.3.3.4.1.

J.7.2.1.6 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.8.3.4.

J.7.2.5.1 Short-circuit withstandability 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.8.3.3.3.

J.8 Tests

J.8.3 Tests for indicator lights and indicating towers

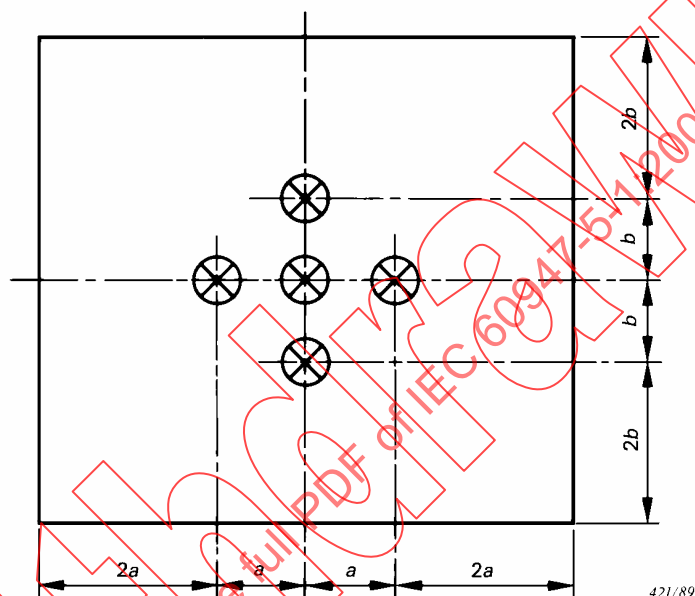
The tests are type tests. No additional test (routine test or special test) is prescribed in this annex.

Each of the tests in J.8.3.3.3, J.8.3.3.4, J.8.3.4 and J.8.4 shall be made on new apparatus mounted in accordance with the test instructions.

J.8.3.3.3 Temperature-rise tests

- a) If the indicator light has the same rated thermal power (see J.4.2) regardless of mounting conditions, a single test is made in an insulated enclosure.
- b) If the rated thermal power (see J.4.2) 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 the following diagram on a steel plate 2 mm thick, painted mat black:



Dimensions a and b are:

- 1) for indicator lights forming an integral part of a push-button range: in accordance with 6.3.1.3;
- 2) 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 8.3.3.3.

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 item 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 items 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 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 7.2.2 of IEC 60947-1.

J.8.3.3.4 Dielectric tests

8.3.3.4 applies.

J.8.3.3.4.3 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 8.3.3.4;
- between the secondary windings of the transformer and the frame of the indicator light with a test voltage value of 1 000 V.

J.8.3.4 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.8.3.3.4.3.

J.8.4 Shock and vibration

J.8.4.1 Direct mounting

J.8.4.1.1 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.8.4.1.2 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.8.4.1.3 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.8.4.2 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.8.4.3 are met.

J.8.4.3 Results to be obtained

After the tests, no visible damage shall be observed and the signalling shall not be impaired.

J.8.5 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 with all removable parts equipped as in normal service.

Annex K (normative)

Special requirements for control switches with direct opening action

K.1 General

K.1.1 Scope

This annex is applicable to control switches with direct opening action.

All control switches with direct opening action shall also comply with the relevant requirements of the standard and, where applicable, to those given in Annexes F, G, H and/or J.

K.1.2 Object

This annex 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.2 Definitions

The following additional definitions apply:

K.2.1

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

K.2.2

direct opening action (of a 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)

K.2.3

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

K.2.4

direct opening force (or moment)

actuation force, or actuating moment for a rotary control switch, applied to the actuator for the direct opening action

K.3 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.4 Characteristics

The following additional characteristics apply:

K.4.3.1.2 Rated insulation voltage

The minimum value of the rated insulation voltage of the contact elements shall be 250 V.

K.4.3.2.1 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.4.4 Utilization categories for switching elements

The utilization categories shall be AC-15 or DC-13.

NOTE Additional utilization categories AC-14 and DC-14 are permitted.

K.5 Product information

Clause 5 is applicable with the following additions:

K.5.2 Marking

K.5.2.7 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.5.2.8 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 4.

K.5.4 Additional information

K.5.4.1 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 overtravel);
- 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 other documents published by the manufacturers.

NOTE 1 See also K.7.1.5.3.

NOTE 2 Type 2 control switches may open with less travel than the direct opening travel stated by the manufacturer.

K.5.4.2 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.6 Normal service, mounting and transport conditions

Clause 6 applies, with the following additions:

K.6.1.1 Ambient air temperature

Subclause 6.1.1 of IEC 60947-1 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 may, if necessary, be subject to agreement between manufacturer and user (see note 1 of Table 2 of 60947-1).

K.7 Constructional and performance requirements

Clause 7 applies with the following additions:

K.7.1.4.3.1 Robustness of the actuating system

In order to have sufficient robustness, the actuating system shall pass the test described in K.8.3.7.

K.7.1.4.3.2 Directness of opening action

A control switch with direct opening action shall pass the tests described in K.8.3.4, K.8.3.5 (in the case of a position switch with a direct opening action), and K.8.3.7 without any deformation that would reduce the impulse voltage withstand across the contact gap.

K.7.1.4.5 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.7.1.4.6 Conditions for direct opening action (see 2.4.10 of IEC 60947-1)

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.7.1.4.6.1 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 Figures 4 c) and 4 d)), only one contact element (make or break) shall be used. In the case of form Zb change-over contact elements, both contacts may be used.

K.7.1.5.3 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 (see note 1, item a) of K.5.4.1).

K.8 Tests

In addition to clause 8, and Annex C, the following applies:

K.8.3.1 Test sequences

Subclause 8.3.1 applies with the following additions:

- Test sequence VII (sample No. 7) – Mechanical operation of position switches with direct opening action.

Test No. 1 – Mechanical operation at limits of temperature (see K.8.3.5).

Test No. 2 – Verification of direct opening action (see K.8.3.6).

- Test sequence VIII (sample No. 8)
- Verification of robustness of the actuating system (see K.8.3.7).

K.8.3.4 Performance under conditional short-circuit current

Subclause 8.3.4 applies with the following additions:

K.8.3.4.2.1 Verification of conditional short-circuit current

The test shall be made as stated in 8.3.4.2, 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.8.3.4.4.1 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.5.4.1).

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.8.3.5 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.5.4.1.

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.8.3.6.

K.8.3.6 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.5.4.1, the contact gap shall withstand an impulse voltage of 2 500 V.

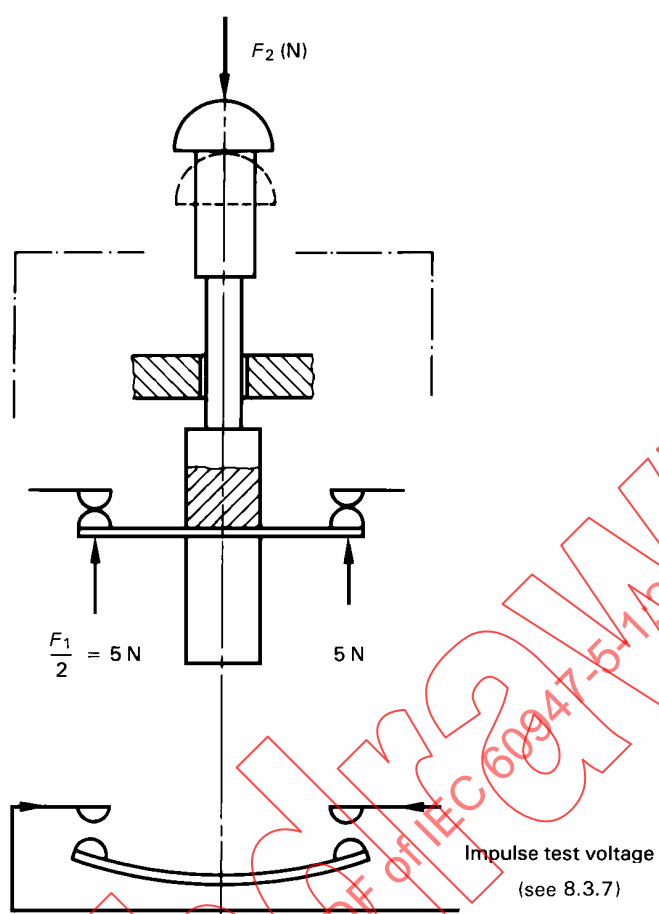
For position switches suitable for isolation, the value of the impulse withstand voltage shall be in accordance with Table 14 of IEC 60947-1 corresponding to the rated impulse withstand voltage U_{imp} declared by the manufacturer.

K.8.3.7 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 (moment) 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.8.3.6.

For position switches suitable for isolation, the value of the impulse withstand voltage shall be in accordance with Table 14 of IEC 60947-1 corresponding to the rated impulse withstand voltage U_{imp} declared by the manufacturer.



IEC 914/97

NOTE – F_1 = Required opening force = 10 N.
 F_2 = Force (moment) stated by the manufacturer.

Figure K.1 – Verification of robustness of the actuating system

Annex L (normative)

Special requirements for mechanically linked contact elements

L.1 General

L.1.1 Scope

This annex 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 this annex.

NOTE 1 A typical application of mechanically linked contact elements is e.g. 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.8.4 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).

L.1.2 Object

This annex provides additional specifications (definition, requirements and tests) which shall be used for stating the required design characteristics, marking and performance of mechanically linked contact elements.

L.2 Definition

The following additional definition applies:

L.2.1

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.8.4

NOTE 1 One control circuit device may have more than one group of mechanically linked contact elements.

NOTE 2 See also L.7.1.9.

L.3 Classification

Clause 3 applies.

L.4 Characteristics

All mechanically linked contact elements shall also comply with the relevant requirements given in this standard.

L.5 Product information

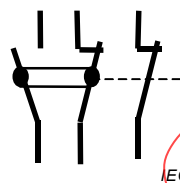
Clause 5 applies with the following addition:

L.5.2.7 Mechanically linked contact elements identification and marking

Mechanically linked contact elements shall be clearly identified:

- on the control circuit device itself;
- or in the manufacturer's documentation;
- or both.

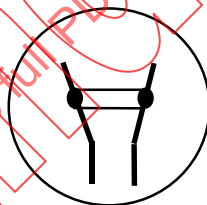
The mechanical linkage shall be identified in circuit diagrams by a double parallel line connecting a filled circle on each of the mechanically linked contact symbols. An example is given in Figure L.1.



IEC 1510/99

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.



IEC 1511/99

Figure L.2 – Symbol for device containing mechanically linked contacts

L.6 Normal service, mounting and transport conditions

There are no supplementary requirements.

L.7 Constructional and performance requirements

Clause 7 applies with the following addition:

L.7.1.9 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.8 Tests

Clause 8 applies with the following addition:

L.8.4 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 e.g. by welding or gluing each point of contact (e.g. for double breaking contact, welding is done at the two contacts points). The thickness of welding or gluing shall be such that the distance between contacts is not modified 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 μ s at sea level; correction should be made according to Table 12 of IEC 60947-1) 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.

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 e.g. by welding or gluing each point of contact (e.g. for double breaking contact, welding is done at the two contacts points). The thickness of welding or gluing shall be such that the distance between contacts is not modified 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 μ s at sea level; correction should be made according to Table 12 of IEC 60947-1) 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.

Annex M (normative)

Terminal marking, distinctive number and distinctive letter for control circuit devices

M.1 Scope

This annex applies to control switches and contactor relays irrespective of their construction, having terminal marking.

The use of this annex is required where terminal marking is a requirement in this standard, or is usual practice.

M.2 Terminal marking rule

M.2.1 General

Terminal marking in accordance with this annex is based, in principle, on a two-digit number.

M.2.2 Function digit

Subclause L.3.2.1 of IEC 60947-1 applies.

M.2.3 Sequence digit

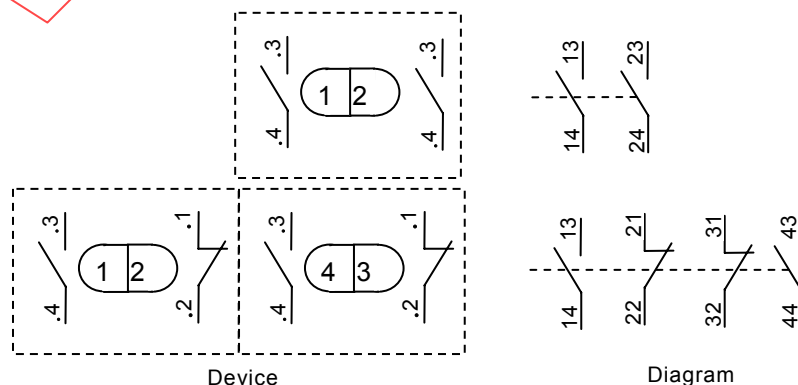
The tens digit is a continuous sequence number beginning with 1 (except for control switches designated 01 and contactor relays designated 01E), independent of the contact function.

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

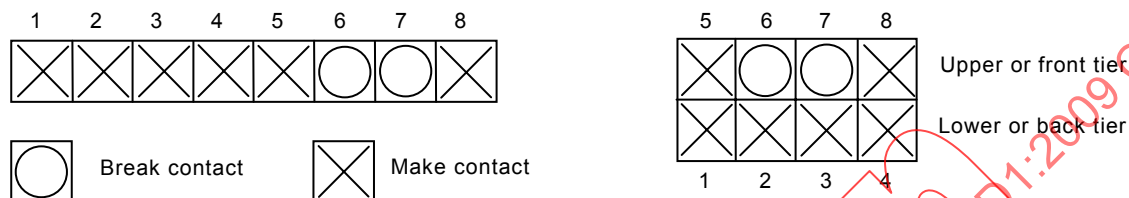


NOTE The dots before the function number shown in these examples are used merely to show the digit relationship, and do not need to be used in practice.

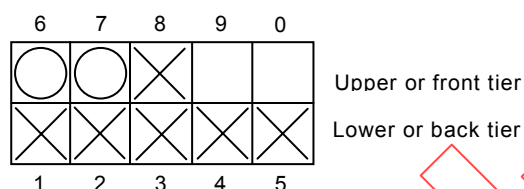
M.2.4 Numbering method

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



The prescribed numbering method does not allow blank contact cells inside a contact series.



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 this annex 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 terminal marking is specified in Table M.1.

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									

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.

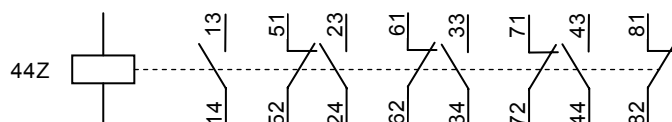
Table M.2 – Diagrams of contactor relays designated by the distinctive letter E

Coil	Contact elements	Contact elements	Contact elements	Contact elements	Contact elements	Contact elements	Contact elements
10E		01E		02E			
20E		11E		12E			
30E		21E		22E			
40E		31E		32E			
50E		41E		42E			
60E		51E		52E			
80E		71E		72E			
100		91E		92E			

M.6 Contactor relays designated by distinctive letters X, Y or Z

M.6.1 Contactor relays designated by the distinctive letter Z

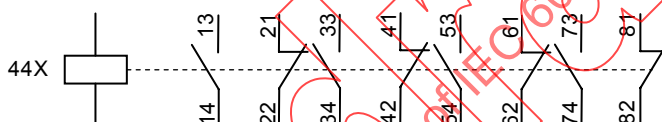
If the location of the contact elements within the device (but not the terminal marking) differs from the provisions of Clause M.5, the device shall be designated by the distinctive letter Z instead of the distinctive letter E.



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	

Bibliography

IEC 61810 (all parts), *Electromechanical elementary relays*

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-5-1:2003+AMD1:2009 CSV

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-5-1:2003+AMD1:2009 CSV

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	97
1 Généralités	99
1.1 Domaine d'application et objet	99
1.2 Références normatives	100
2 Définitions	102
2.1 Définitions fondamentales	104
2.2 Auxiliaires de commande	104
2.3 Parties d'auxiliaires de commande	107
2.4 Manœuvre des auxiliaires de commande	109
3 Classification	112
3.1 Éléments de contact	112
3.2 Auxiliaires de commande	112
3.3 Appareils pour circuits de commande	112
3.4 Éléments de commutation temporisée	112
3.5 Montage des auxiliaires de commande	113
4 Caractéristiques	113
4.1 Énumération des caractéristiques	113
4.2 Type de l'appareil pour circuits de commande ou de l'élément de commutation	113
4.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour les éléments de commutation	114
4.4 Catégories d'emploi des éléments de commutation	116
4.5 Disponible	116
4.6 Disponible	116
4.7 Disponible	116
4.8 Disponible	116
4.9 Surtensions de manœuvre	116
4.10 Séparation électrique des éléments de contact	116
4.11 Grandeurs d'action des auxiliaires automatiques de commande ou plus	117
5 Informations sur le matériel	117
5.1 Nature des informations	117
5.2 Marquage	117
5.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien	119
5.4 Informations complémentaires	119
6 Conditions normales de service, de montage et de transport	119
7 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement	120
7.1 Dispositions constructives	120
7.2 Dispositions relatives au fonctionnement	122
7.3 Compatibilité électromagnétique (CEM)	123
8 Essais	126
8.1 Nature des essais	126
8.2 Conformité aux dispositions constructives	127
8.3 Fonctionnement	127

Annexe A (normative) Caractéristiques électriques assignées suivant les catégories d'emploi (voir 3.1)	140
Annexe B (normative) Exemple de charges d'essai inductives pour contacts en courant continu	142
Annexe C (normative) Essais spéciaux – Essais de durabilité	144
Annexe D Disponible	148
Annexe E (normative) Points faisant l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur	149
Annexe F (normative) Appareils de classe II pour circuit de commande isolés par encapsulation Prescriptions et essais	150
Annexe G (normative) Prescriptions supplémentaires pour les appareils pour circuits de commande avec câble faisant partie intégrante de l'appareil	154
Annexe H (normative) Prescriptions complémentaires concernant les éléments de commutation à semi-conducteurs pour les appareils pour circuits de commande	157
Annexe J (normative) Prescriptions spéciales pour les voyants lumineux et les colonnes lumineuses	166
Annexe K (normative) Prescriptions spéciales pour les auxiliaires de commande à manœuvre positive d'ouverture	172
Annexe L (normative) Prescriptions spéciales pour les éléments de contacts mécaniquement liés	178
Annexe M (normative) Marquage des bornes, nombre distinctif et lettre distinctive pour les appareils pour circuits de commande	181
Bibliographie	187
Figure 1 – Exemples de la méthode recommandée pour représenter un diagramme de fonctionnement d'un commutateur rotatif	133
Figure 2 – Manœuvre des boutons-poussoirs	134
Figure 3 – Différence e entre la course résiduelle de l'organe de commande et celle de l'élément de contact	135
Figure 4 – Exemples d'éléments de contact (schémas)	136
Figure 5 – Circuits d'essai – Auxiliaires de commande multipolaires – Contacts de même polarité non électriquement séparés	137
Figure 6 – Circuits d'essai – Auxiliaires de commande multipolaires – Contacts de polarité opposée et électriquement séparés	137
Figure 7 – Détails de la charge L_d pour des conditions d'essais demandant des courants d'établissement et de coupure et/ou des facteurs de puissance (ou des constantes de temps) de valeurs différentes	138
Figure 8 – Circuit d'essai au courant de court-circuit conditionnel (voir 8.3.4.2)	139
Figure 9 – Limites courant/temps pour circuits d'essai en courant continu (voir 8.3.3.5.3)	139
Figure B.1 – Construction de la charge pour les contacts à courant continu	143
Figure C.1 – Circuit normal (voir C.3.2.1)	147
Figure C.2 – Circuit simplifié (voir C.3.2.1)	147
Figure F.1 – Isolation par encapsulation	151
Figure F.2 – Dispositif d'essai	152
Figure H.1 – Relation entre U_e et U_B	158
Figure H.2 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la chute de tension, courant minimal de fonctionnement et courant à l'état bloquant (voir H.8.2, H.8.3 et H.8.4)	160

Figure H.3 – Essai de court-circuit (voir H.8.6.1).....	161
Figure K.1 – Vérification de la robustesse du mécanisme transmetteur	177
Figure L.1 – Exemple de représentation de contacts à fermeture et à ouverture qui sont mécaniquement liés et un contact à ouverture non lié	179
Figure L.2 – Symbole pour un appareil comportant des contacts mécaniquement liés	179
Tableau 1 – Catégories d'emploi des éléments de commutation.....	116
Tableau 2 – Diamètre du trou de fixation et cotes du logement éventuel d'ergot.....	119
Tableau 3 – Distances minimales préférentielles entre les centres des trous de fixation.....	120
Tableau 4 – Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation dans les conditions normales correspondant aux catégories d'emploi.....	124
Tableau 5 – Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation dans les conditions anormales correspondant aux catégories d'emploi.....	125
Tableau A.1 – Exemples de désignation des caractéristiques assignées des contacts suivant les catégories d'emploi.....	140
Tableau A.2 – Exemples de caractéristiques d'élément de commutation pour 50 Hz et/ou 60 Hz	141
Tableau A.3 – Exemples de caractéristiques d'élément de commutation pour courant continu	141
Tableau B.1 – Charges en courant continu	143
Tableau C.1 – Pouvoir de fermeture et de coupure pour les essais de durabilité électrique.....	146
Tableau H.1 – Essais d'immunité	163
Tableau M.1 – Schémas d'auxiliaires de commande	183
Tableau M.2 – Schémas de contacteurs auxiliaires désignés par la lettre distinctive E.....	185
Tableau M.3 – Schémas de contacteurs auxiliaires désignés par la lettre distinctive Y	186

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

La Norme internationale CEI 60947-5-1 a été établie par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Cette version consolidée de la CEI 60947-5-1 comprend la troisième édition (2003) [documents 17B/1297/FDIS et 17B/1309/RVD] et son amendement 1 (2009) [documents 17B/1653/FDIS et 17B/1667/RVD].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 3.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

Cette Norme internationale doit être utilisée conjointement avec la CEI 60947-1.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60947, présentées sous le titre général *Appareillage à basse tension*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande

1 Généralités

Les dispositions des règles générales de la CEI 60947-1 sont applicables à la présente norme lorsque celle-ci le précise. Les articles, paragraphes, tableaux et figures des règles générales qui sont ainsi applicables sont identifiés par référence à la CEI 60947-1, par exemple: paragraphe 1.2.3, Tableau 4 ou Annexe A de la CEI 60947-1.

1.1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60947 est applicable aux appareils pour circuits de commande et aux éléments de commutation destinés à la commande, la signalisation, le verrouillage, etc., de l'appareillage.

Elle est applicable aux appareils pour circuits de commande dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif (à une fréquence ne dépassant pas 1 000 Hz) ou 600 V en courant continu.

Toutefois, pour des tensions d'emploi, alternatives ou continues, inférieures à 100 V, voir la note 2 en 4.3.1.1.

La présente norme s'applique à des types déterminés d'appareils pour circuits de commande, tels que:

- auxiliaires manuels de commande, 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), programmateurs, etc.;
- interrupteurs de position, par exemple auxiliaires de commande actionnés par une partie d'une machine ou d'un mécanisme;
- matériel de commande associé, par exemple voyants lumineux, etc.

NOTE 1 Un appareil pour circuits de commande comprend un (des) auxiliaire(s) de commande et des appareils associés, tels que voyant(s) lumineux.

NOTE 2 Un auxiliaire de commande comprend un (des) élément(s) de commutation et un mécanisme transmetteur.

NOTE 3 Un élément de commutation peut être un élément de contact ou un élément à semi-conducteurs.

Elle s'applique également à des types déterminés d'éléments de commutation associés à d'autres appareils (dont les circuits principaux font l'objet d'autres normes), tels que:

- 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.

Les contacteurs auxiliaires doivent satisfaire aux prescriptions et aux essais de la CEI 60947-4-1 sauf en ce qui concerne la catégorie d'emploi qui doit être conforme à la présente norme.

La présente norme ne prend pas en compte les relais couverts par la CEI 60255, la série CEI 61810 ou les dispositifs de commande électrique automatiques à usage domestique et analogue.

Les prescriptions relatives aux couleurs des voyants lumineux, boutons-poussoirs, etc., figurent dans la CEI 60073 et également dans la publication 2 de la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE).

La présente norme a pour objet de fixer:

- a) Les caractéristiques des appareils pour circuits de commande.
- b) Les qualités électriques et mécaniques requises en ce qui concerne:
 - 1) Les différentes fonctions qui doivent être remplies.
 - 2) La signification des caractéristiques assignées et des indications portées sur les appareils.
 - 3) Les essais de vérification des caractéristiques assignées.
- c) Les conditions de fonctionnement auxquelles doivent répondre les appareils pour circuits de commande en ce qui concerne:
 - 1) Les conditions d'environnement y compris celles concernant le matériel sous enveloppe.
 - 2) Les propriétés diélectriques.
 - 3) Les bornes.

1.2 Références normatives

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

CEI 60050(441):1984, *Vocabulaire Electrotechnique international (VEI) – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*, Amendement 1 (2000)

CEI 60050(446):1983, *Vocabulaire Electrotechnique international (VEI) – Chapitre 446: Relais électriques*

CEI 60068-2-6:1995, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60068-2-14:1984, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai N: Variations de température*, Amendement 1 (1986)

CEI 60068-2-27:1987, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

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

CEI 60073:2002, *Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, le marquage et l'identification – Principes de codage pour les indicateurs et les organes de commande*

CEI 60112:2003, *Méthode de détermination des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides*

CEI 60255 (toutes les parties), *Relais électriques*

CEI 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

CEI 60617 (toutes les parties), *Symboles graphiques pour schémas*

CEI 60947-1:2007, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

CEI 60947-4-1:2000, *Appareillage à basse tension – Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques*

Amendement 1 (2002)

Amendement 2 (2005)

CEI 60947-5-5:2005, *Appareillage à basse tension – Partie 5-5: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils d'arrêt d'urgence électrique à accrochage mécanique*

CEI 61000-4-2:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

Amendement 1 (1998)

Amendement 2 (2000)

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

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

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

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

CEI 61000-4-8:1993, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

Amendement 1 (2000)

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

CEI 61000-4-13:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-13: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité basse fréquence aux harmoniques et inter-harmoniques incluant les signaux transmis sur le réseau électrique alternatif*

CEI 61140:2001, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

Amendement 1 (2004)

CISPR 11:2003, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique – Caractéristiques de perturbations électromagnétiques – Limites et méthodes de mesure*

Amendement 1 (2004)

Amendement 2 (2006)

2 Définitions

Pour les besoins de cette partie de la CEI 60947, les définitions de la CEI 60947-1 ainsi que les définitions suivantes s'appliquent:

Index alphabétique des définitions

Références

A

Appareil pour circuits de commande	2.1.1
Auxiliaire automatique de commande	2.2.1
Auxiliaire de commande	2.1.2
Auxiliaire de commande apte au sectionnement	2.1.3
Auxiliaire à tige guidée	2.2.2.19
Auxiliaire à tige libre	2.2.2.20

B

Bouton	2.3.4
Bouton affleurant	2.3.4.1
Bouton «coup de poing»	2.3.4.4
Bouton dépassant	2.3.4.3
Bouton «pousser-tirer»	2.2.2.3
Bouton-poussoir	2.2.2.1
Bouton-poussoir à accrochage	2.2.2.5
Bouton-poussoir à action différée	2.2.2.9
Bouton-poussoir à clef	2.2.2.7
Bouton-poussoir couvert	2.2.2.11
Bouton-poussoir à garde	2.2.2.12
Bouton-poussoir guidé	2.2.2.14
Bouton-poussoir libre	2.2.2.13
Bouton-poussoir lumineux	2.2.2.10
Bouton-poussoir à retour différé	2.2.2.8
Bouton-poussoir à verrouillage	2.2.2.6
Bouton en retrait	2.3.4.2
Bouton rotatif (exemple: commutateur)	2.2.2.4
Bouton à tirer (tirette)	2.2.2.2
Butée	2.3.6

C

Commutateur rotatif à clef	2.2.2.16
Commutateur rotatif de commande (abréviation: commutateur rotatif)	2.2.2.15
Commutateur rotatif à manœuvre limitée	2.2.2.17
Commutateur rotatif unidirectionnel	2.2.2.18
Contacteur auxiliaire instantané	2.2.1.1
Contacteur auxiliaire temporisé	2.2.1.2
Course d'approche (ou précourse) de l'élément de contact	2.4.4.8
Course d'approche (ou précourse) de l'organe de commande	2.4.4.1
Course résiduelle (ou surcourse) de l'élément de contact	2.4.4.9
Course résiduelle (ou surcourse) de l'organe de commande	2.4.4.2

D

Diagramme de fonctionnement	2.4.3.7
-----------------------------------	---------

E

Effort (ou moment) d'action minimal	2.4.4.7
Effort (ou moment) initial minimal	2.4.4.6
Élément de commutation	2.3.1
Élément de contact (d'un auxiliaire de commande)	2.3.3
Élément de contact à action brusque indépendante	2.3.3.8
Élément de contact à action dépendante	2.3.3.9
Élément de contact à deux directions	2.3.3.5
Élément de contact à double coupure	2.3.3.2
Élément de contact électriquement séparés	2.3.3.7
Élément de contact à fermeture (normalement ouvert)	2.3.3.3
Élément de contact à ouverture (normalement fermé)	2.3.3.4
Élément de contact de passage	2.3.3.6
Élément de contact à simple coupure	2.3.3.1
Élément à semi-conducteur	2.3.2

G

Grandeur d'action	2.4.2.1
-------------------------	---------

I

Interrupteur à pédale	2.2.2.21
Interrupteur de position	2.2.1.3

L

Liaison dépendante	2.4.4.4
Liaison directe	2.4.4.3
Liaison indépendante	2.4.4.5

M

Mécanisme de maintien en position (d'un commutateur rotatif)	2.3.5
--	-------

P

Position d'accrochage	2.4.3.5
Position définie (abréviation: position) (d'un commutateur rotatif)	2.4.3.1
Position de rappel	2.4.3.4
Position de repos	2.4.3.2
Position transitoire	2.4.3.3
Position verrouillée	2.4.3.6
Poste de commande	2.1.4
Programmateurs	2.2.1.4

T

Temporisation <i>d</i> (d'un élément de contact)	2.4.1.2
Temporisation <i>e</i> (d'un élément de contact)	2.4.1.1
Temporisation fixe (d'un élément de contact)	2.4.1.3
Temporisation réglable (d'un élément de contact)	2.4.1.4
Temps de rebondissement	2.4.4.10

U

Unité de contact 2.3.3.10

V

Valeur différentielle 2.4.2.4

Valeur de fonctionnement 2.4.2.2

Valeur de retour 2.4.2.3

2.1 Définitions fondamentales

2.1.1

appareil pour circuits de commande

appareil électrique destiné à la commande, la signalisation, le verrouillage, etc., de l'appareillage

NOTE Les appareils pour circuits de commande peuvent comprendre des appareils associés qui font l'objet d'autres normes, tels que les instruments, les potentiomètres, les relais, pour autant que les appareils associés soient utilisés aux fins spécifiées ci-dessus.

2.1.2

auxiliaire de commande (pour circuits de commande et 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 Un auxiliaire de commande comporte un ou plusieurs éléments de commutation et un mécanisme de commande commun.

NOTE 2 Cette définition diffère de celle du VEl 441-14-46, car un auxiliaire de commande peut comporter des éléments à semi-conducteurs ou des éléments de contact (voir 2.3.2 et 2.3.3).

2.1.3

auxiliaire de commande apte au sectionnement

auxiliaire de commande qui satisfait, en position d'ouverture, aux prescriptions spécifiées pour la fonction de sectionnement (voir 2.1.19 et 7.2.3.1 b) de la CEI 60947-1)

NOTE De tels auxiliaires de commande sont destinés à assurer un plus haut degré de sécurité au personnel travaillant sur le matériel ainsi commandé. Pour cette raison, ils doivent être à commande manuelle, en se basant sur l'aptitude de l'intelligence des personnes averties à réagir en cas de défaillance éventuelle, par exemple dans le cas de contacts insuffisamment ouverts.

2.1.4

poste de commande

ensemble constitué par un ou plusieurs auxiliaires de commande fixés sur le même panneau ou situés dans la même enveloppe

[VEI 441-12-08]

NOTE Un panneau ou une enveloppe d'un poste de commande peut aussi contenir des appareils d'équipement associé, par exemple: potentiomètre, voyants lumineux, instruments, etc.

2.2 Auxiliaires de commande

2.2.1

auxiliaire automatique de commande

NOTE Les auxiliaires de commande à manœuvre automatique sont actionnés par une commande automatique (voir 2.4.5 de la CEI 60947-1). Voir aussi 2.2.18 de la CEI 60947-1.

2.2.1.1

contacteur auxiliaire instantané

contacteur auxiliaire sans temporisation intentionnelle

[VEI 441-14-36]

NOTE Sauf indication contraire, un contacteur auxiliaire est un contacteur auxiliaire instantané.

2.2.1.2

contacteur auxiliaire temporisé

contacteur auxiliaire ayant des caractéristiques de temporisation spécifiées

[VEI 441-14-37]

NOTE 1 La temporisation peut être associée avec la mise sous tension (retard e), avec la mise hors tension (retard d) ou avec les deux.

NOTE 2 Un contacteur auxiliaire temporisé peut aussi contenir des éléments de contact instantanés.

2.2.1.3

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

[VEI 441-14-49]

2.2.1.4

programmateur

auxiliaire de commande ayant de multiples éléments de commutation qui, après une manœuvre de départ, fonctionne suivant une séquence définie

2.2.2

auxiliaires de commande à manœuvre manuelle

NOTE Les auxiliaires de commande à manœuvre manuelle sont actionnés par une commande manuelle (voir 2.4.4 de la CEI 60947-1).

2.2.2.1

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)

[VEI 441-14-53]

2.2.2.2

bouton à tirer (tirette)

auxiliaire de commande muni d'un organe de commande destiné à être actionné en le tirant à la main et possédant une énergie de rappel accumulée (ressort)

2.2.2.3

bouton «pousser-tirer»

auxiliaire de commande muni 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 vice versa

NOTE Il existe aussi des boutons «pousser-pousser» ou «pousser-tourner» ou d'autres combinaisons de boutons.

2.2.2.4

bouton rotatif (exemple: commutateur)

combinaison d'éléments de commutation du type bouton-poussoir dont l'organe de commande est actionné manuellement par rotation (voir aussi 2.2.2.15 à 2.2.2.18 inclus)

NOTE Un bouton-poussoir rotatif peut avoir plus de deux positions; il peut posséder ou ne pas posséder un ressort de rappel.

2.2.2.5

bouton-poussoir à accrochage

bouton-poussoir muni 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 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 électro-aimant, etc.

2.2.2.6

bouton-poussoir à verrouillage

bouton-poussoir qui peut être maintenu dans une ou plusieurs de ses positions par une action séparée

NOTE Le verrouillage peut être obtenu par rotation du bouton, par rotation d'une clef, par action sur un levier, etc.

2.2.2.7

bouton-poussoir à clef

bouton-poussoir qui ne peut être actionné qu'aussi longtemps qu'une clef demeure introduite

NOTE La possibilité de retirer la clef dans n'importe quelle position peut être prévue.

2.2.2.8

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

2.2.2.9

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.

2.2.2.10

bouton-poussoir lumineux

bouton-poussoir dans le bouton duquel est incorporée une lampe de signalisation

2.2.2.11

bouton-poussoir couvert

bouton-poussoir dont le bouton est protégé contre une manœuvre intempestive par un capot ou un couvercle

2.2.2.12

bouton-poussoir à garde

bouton-poussoir dont le bouton est protégé contre une manœuvre intempestive dans certaines directions

2.2.2.13

bouton-poussoir libre

bouton-poussoir dont la rotation de l'organe de commande autour de son axe n'est pas limitée

2.2.2.14

bouton-poussoir guidé

bouton-poussoir dont la rotation de l'organe de commande autour de son axe est empêchée

NOTE Exemples de boutons-poussoirs guidés: boutons-poussoirs dont l'organe de commande est muni d'un ergot, est carré ou rectangulaire, etc.

2.2.2.15

commutateur rotatif de commande (abréviation: commutateur rotatif)

auxiliaire de commande muni d'un organe de commande destiné à être actionné par rotation

2.2.2.16**commutateur rotatif à clef**

commutateur rotatif pour lequel une clef est utilisée comme organe de commande

NOTE La possibilité de retirer la clef dans n'importe quelle position peut être prévue.

2.2.2.17**commutateur rotatif à manœuvre limitée**

commutateur rotatif dont l'organe de commande a un mouvement angulaire limité

2.2.2.18**commutateur rotatif unidirectionnel**

commutateur rotatif dont le mécanisme transmetteur ne permet la rotation que dans un seul sens

2.2.2.19**auxiliaire à tige guidée**

auxiliaire de commande muni d'un organe de commande consistant 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 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 La tige peut posséder ou ne pas posséder un ressort de rappel.

2.2.2.20**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

2.2.2.21**interrupteur à pédale**

auxiliaire de commande muni d'un organe de commande spécialement destiné à être actionné par l'effort exercé par un pied

[VEI 441-14-52 modifié]

2.3 Parties d'auxiliaires de commande**2.3.1****élément de commutation**

un élément de commutation peut être un élément à semi-conducteur (voir 2.3.2) ou un élément de contact (voir 2.3.3)

2.3.2**élément à semi-conducteur**

élément conçu pour commuter le courant dans un circuit électrique au moyen de la commande de la conductivité d'un semi-conducteur

2.3.3**élément de contact (d'un 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 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 Les définitions relatives à diverses sortes d'éléments de contact sont données de 2.3.3.1 à 2.3.3.10 inclus.

NOTE 3 Cette définition ne comprend pas les bobines et aimants de commande.

Les définitions suivantes se rapportent à un seul élément de contact d'un auxiliaire de commande:

2.3.3.1

élément de contact à simple coupure (voir Figures 4 a) et 4 c))

élément de contact qui ouvre ou ferme le chemin conducteur de son circuit en un seul point

2.3.3.2

élément de contact à double coupure (voir Figures 4 b), 4 d) et 4 e))

élément de contact qui ouvre ou ferme le chemin conducteur de son circuit en deux points disposés en série

2.3.3.3

élément de contact à fermeture (normalement ouvert)

élément de contact qui ferme un chemin conducteur quand on agit sur l'auxiliaire de commande

2.3.3.4

élément de contact à ouverture (normalement fermé)

élément de contact qui ouvre un chemin conducteur quand on agit sur l'auxiliaire de commande

2.3.3.5

éléments de contact à deux directions (voir Figures 4 c), 4 d) et 4 e))

combinaison d'éléments de contact comprenant un élément de contact de fermeture et un élément de contact à ouverture

2.3.3.6

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

2.3.3.7

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

[VEI 441-15-24]

2.3.3.8

élément de contact à action brusque indépendante

élément de contact d'un appareil automatique ou à commande manuelle dont la vitesse de déplacement des contacts est pratiquement indépendante de la vitesse du mécanisme transmetteur

2.3.3.9

élément de contact à action dépendante

élément de contact d'un appareil de commande automatique ou à commande manuelle dont la vitesse du mouvement des contacts dépend de la vitesse du mouvement de l'organe de commande

2.3.3.10

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

2.3.4

bouton

extrémité extérieure de l'organe de commande d'un bouton-poussoir, à laquelle est appliqué l'effort de commande

2.3.4.1

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

2.3.4.2

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

2.3.4.3

bouton dépassant

bouton qui forme une protubérance au-dessus des surfaces fixes voisines aussi bien dans sa position initiale que lorsqu'il est actionné

2.3.4.4

bouton coup de poing

bouton dont la partie en protubérance a un diamètre élargi

2.3.5

mécanisme de maintien en position (d'un commutateur rotatif)

partie du mécanisme transmetteur qui maintient l'organe de commande et/ou les éléments de contact dans leur position

2.3.6

butée

dispositif limitant le déplacement d'une pièce mobile

NOTE Une butée peut exercer son action soit sur l'organe de commande soit sur l'élément de contact.

2.4 Manœuvre des auxiliaires de commande

2.4.1 Manœuvre des contacteurs auxiliaires

2.4.1.1

temporisation e (d'un 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'électro-aimant de ce contacteur auxiliaire

Exemple: temporisation de fermeture de contacts à fermeture.

2.4.1.2

temporisation d (d'un 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'électro-aimant de ce contacteur auxiliaire

Exemple: temporisation d'ouverture de contacts à fermeture.

Note relative à 2.4.1.1 et 2.4.1.2 Les expressions «temporisation e» et «temporisation d» peuvent être appliquées à n'importe quelle sorte d'éléments de contact (voir 2.3.3).

2.4.1.3

temporisation fixe (d'un 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

2.4.1.4

temporisation réglable (d'un 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

2.4.2 Manœuvre des auxiliaires automatiques de commande

2.4.2.1

grandeur d'action

grandeur physique dont la valeur provoque le fonctionnement ou le non-fonctionnement d'un auxiliaire automatique de commande

2.4.2.2

valeur de fonctionnement

valeur de la grandeur d'action suffisante pour provoquer le fonctionnement d'un auxiliaire automatique de commande

2.4.2.3

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

2.4.2.4

valeur différentielle

différence entre la valeur de fonctionnement et la valeur de retour

2.4.3 Manœuvre des commutateurs rotatifs

2.4.3.1

position définie (abréviation: position) (d'un commutateur rotatif)

position dans laquelle le mécanisme de mise en position pousse le commutateur rotatif et l'y maintient tant que le moment de commande ne dépasse pas une certaine valeur

2.4.3.2

position de repos

position (définie) stable dans laquelle le mécanisme de mise en position tend, par énergie accumulée, à ramener et à maintenir le commutateur rotatif

2.4.3.3

position transitoire

position (définie) dans laquelle le mécanisme de mise en position produit une variation importante intentionnelle dans le moment de commande, mais dans laquelle l'organe de commande ne peut rester par lui-même

2.4.3.4

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 reviendra à une position de repos par énergie accumulée (par exemple: au moyen d'un ressort)

NOTE Au cours de déplacement d'une position de rappel à la position de repos adjacente, le commutateur rotatif peut passer par une ou plusieurs positions intermédiaires.

2.4.3.5

position d'accrochage

position de rappel dans laquelle le mécanisme de rappel est maintenu par un dispositif d'accrochage

NOTE Le dispositif d'accrochage peut être relâché à la main ou d'une autre façon.

2.4.3.6

position verrouillée

position (définie) dans laquelle un commutateur rotatif est maintenu par une action séparée

NOTE Le verrouillage peut être obtenu par rotation d'une clef, par action sur un levier, etc.

2.4.3.7

diagramme de fonctionnement

représentation de l'ordre prévu dans lequel les éléments de contact d'un commutateur rotatif fonctionnent lorsque ce commutateur est manœuvré

2.4.4 Manœuvre des auxiliaires de commande à commande mécanique

2.4.4.1

course d'approche (ou précourse) de l'organe de commande (cote *a* de la Figure 2)

déplacement maximal de l'organe de commande qui ne produit aucun déplacement des éléments de contact

2.4.4.2

course résiduelle (ou 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)

2.4.4.3

liaison directe

liaison entre l'organe de commande et l'élément de contact, excluant toute course d'approche de l'organe de commande

2.4.4.4

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

2.4.4.5

liaison indépendante

liaison entre l'organe de commande et l'élément de contact, limitant l'effort transmis à l'élément de contact

2.4.4.6

effort (ou moment) initial minimal

valeur la plus faible de l'effort (ou du moment) provoquant le commencement de la course d'approche de l'organe de commande

2.4.4.7

effort (ou moment) d'action minimal

valeur minimale de l'effort (ou du moment) à appliquer à l'organe de commande pour que tous les contacts atteignent leur position de fermeture (d'ouverture)

2.4.4.8

course d'approche (ou précourse) de l'élément de contact (cote *b* de la Figure 2)

déplacement relatif apparaissant dans l'élément de contact avant que les contacts se ferment (s'ouvrent)

2.4.4.9

course résiduelle (ou surcourse) de l'élément de contact (cote d de la Figure 2)
déplacement relatif apparaissant dans l'élément de contact après que les contacts ont atteint la position de fermeture (d'ouverture).

2.4.4.10

temps de rebondissement

pour un contact qui ferme ou qui ouvre son circuit, temps écoulé entre l'instant où le contact s'établit ou se rompt pour la première fois et l'instant où le circuit est définitivement fermé ou ouvert

[VEI 446-17-13]

3 Classification

3.1 Eléments de contact

Les éléments de contact peuvent être classés comme suit:

- a) Catégories d'emploi (voir 4.4).
- b) Caractéristiques électriques assignées suivant les catégories d'emploi (voir Annexe A).
- c) L'une des lettres de formes suivantes (voir Figure 4):
 - 1) Forme A – Élément de contact à fermeture à simple coupure;
 - 2) Forme B – Élément de contact à ouverture à simple coupure;
 - 3) Forme C – Élément de contact à deux directions à simple coupure à trois bornes;
 - 4) Forme X – Élément de contact à fermeture à double coupure;
 - 5) Forme Y – Élément de contact à ouverture à double coupure;
 - 6) Forme Z – Élément de contact à deux directions à double coupure à quatre bornes;
- d) Autres types ne figurant pas en c)

NOTE 1 En ce qui concerne la Figure 4e), les deux parties mobiles de l'élément de contact sont électriquement séparées (voir 2.3.3.7).

NOTE 2 On distingue 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.

3.2 Auxiliaires de commande

Les auxiliaires de commande peuvent être classés en fonction de leur élément de contact et de la nature de leur mécanisme de commande, par exemple boutons-poussoirs, forme X.

3.3 Appareils pour circuits de commande

Les appareils pour circuits de commande peuvent être classés en fonction de leur auxiliaire de commande et du matériel associé de commande de circuits, par exemple boutons-poussoirs et voyants lumineux.

3.4 Eléments de commutation temporisée

On distingue suivant la manière dont est réalisée la temporisation, par exemple temporisation électrique, magnétique, mécanique ou pneumatique.

3.5 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 6.3.1).

4 Caractéristiques

4.1 Énumération des caractéristiques

Il convient de préciser les caractéristiques des appareils et des éléments de commutation pour circuits de commande dans les termes suivants lorsque ceux-ci s'appliquent:

- le type de matériel (voir 4.2);
- les valeurs assignées et les valeurs limites des éléments de commutation (voir 4.3);
- les catégories d'emploi des éléments de commutation (voir 4.4);
- les caractéristiques dans les conditions de charge normales et anormales (voir 4.3.5);
- les surtensions de manœuvre (voir 4.9).

4.1.1 Fonctionnement d'un auxiliaire de commande

Le principal emploi d'un auxiliaire de commande est la commutation de charges, comme indiqué au 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 cette norme mais ils sont mentionnés en 4.3.5.2.

4.1.1.1 Conditions normales d'emploi

L'emploi normal d'un auxiliaire de commande est de fermer, de maintenir fermés et d'ouvrir des circuits conformément à la catégorie d'emploi donnée dans le Tableau 1. Consulter également le Tableau 4.

4.1.1.2 Conditions anormales d'emploi

Des conditions anormales peuvent se produire, par exemple quand le circuit magnétique d'un électro-aimant, bien que la bobine soit alimentée, ne s'est pas fermé. Consulter le Tableau 5.

Un auxiliaire de commande doit être capable d'interrompre le courant correspondant à de telles conditions d'emploi.

4.2 Type de l'appareil pour circuits de commande ou de l'élément de commutation

Les éléments suivants doivent être précisés:

4.2.1 Nature de l'appareil pour circuit de commande

- 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), programmateurs, etc.;
- interrupteurs de position;
- matériel de commande associé, par exemple voyants lumineux, etc.

4.2.2 Nature des éléments de commutation

- 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 ces appareils;
- contacts de verrouillage de portes d'enveloppes;
- contacts de circuits de commande d'interrupteurs rotatifs;
- contacts de circuits de commande de relais de surcharge.

4.2.3 Nombre de pôles

4.2.4 Nature du courant

Courant alternatif ou courant continu.

4.2.5 Milieu de coupure

Air, huile, gaz, vide, etc.

4.2.6 Conditions de fonctionnement

4.2.6.1 Mode de manœuvre

Manuelle, électromagnétique, pneumatique, électropneumatique.

4.2.6.2 Mode de commande

- automatique;
- non automatique;
- semi-automatique.

4.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour les éléments de commutation

Les valeurs assignées relatives aux éléments de commutation des appareils pour circuits de commande doivent être fixées conformément de 4.3.1 à 4.3.5, mais il n'est pas nécessaire de spécifier toutes les valeurs énumérées.

4.3.1 Tensions assignées (d'un élément de commutation)

Un élément de commutation est défini par les tensions assignées suivantes:

4.3.1.1 Tension assignée d'emploi (U_e)

Le paragraphe 4.3.1.1 de la CEI 60947-1 est applicable avec les compléments suivants:

Pour des circuits triphasés, U_e est exprimée en valeur efficace de la tension entre phases.

NOTE 1 Un même élément de commutation peut être caractérisé par plusieurs combinaisons de valeurs assignées de tension d'emploi et de courant d'emploi.

NOTE 2 Les auxiliaires de commande objet de la présente norme ne sont pas normalement prévus pour être utilisés à de très basses tensions et ils peuvent ne pas être appropriés à un tel usage. Il est donc recommandé de demander l'avis du constructeur, lorsqu'il s'agit d'une utilisation à une faible valeur de la tension d'emploi, par exemple en dessous de 100 V, alternatif ou continu.

4.3.1.2 Tension assignée d'isolement (U_i)

Le paragraphe 4.3.1.2 de la CEI 60947-1 est applicable.

4.3.1.3 Tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp})

Le paragraphe 4.3.1.3 de la CEI 60947-1 est applicable.

4.3.2 Courants

Un élément de commutation est caractérisé par les courants suivants:

4.3.2.1 Courant thermique conventionnel à l'air libre (I_{th})

Le paragraphe 4.3.2.1 de la CEI 60947-1 est applicable.

4.3.2.2 Courant thermique conventionnel sous enveloppe (I_{the})

Le paragraphe 4.3.2.2 de la CEI 60947-1 est applicable.

4.3.2.3 Courant assigné d'emploi (I_e)

Le premier alinéa de 4.3.2.3 de la CEI 60947-1 est applicable.

4.3.3 Fréquence assignée

Le paragraphe 4.3.3 de la CEI 60947-1 est applicable.

4.3.4 Disponible

4.3.5 Caractéristiques en conditions normales et anormales de charge

4.3.5.1 Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure et comportement des éléments de commutation dans des conditions normales

Un élément de commutation doit satisfaire aux prescriptions contenues dans le Tableau 4 correspondant à la catégorie d'emploi qui lui est attribuée et aux prescriptions correspondant à sa tension assignée d'emploi.

NOTE 1 Il n'est pas nécessaire de préciser séparément un pouvoir de fermeture et un pouvoir de coupure à un élément de commutation pour lequel une catégorie d'emploi a été attribuée.

NOTE 2 Un élément de commutation utilisé pour la commande de petits moteurs et de lampes à filament de tungstène doit avoir une catégorie d'emploi assignée en accord avec la CEI 60947-4-1 et satisfaire aux prescriptions correspondantes de cette publication.

4.3.5.2 Pouvoirs de fermeture et de coupure dans des conditions anormales

Un élément de commutation doit satisfaire aux prescriptions du Tableau 5 correspondant à la catégorie d'emploi qui lui est attribuée.

NOTE Un exemple de condition anormale d'emploi correspond au cas où l'électro-aimant ne fonctionne pas et où les éléments de commutation doivent couper le courant d'établissement.

4.3.6 Caractéristiques de court-circuit

4.3.6.1 Courant assigné de court-circuit conditionnel

Le paragraphe 4.3.6.4 de la CEI 60947-1 est applicable.

4.4 Catégories d'emploi des éléments de commutation

Les catégories d'emploi mentionnées au Tableau 1 sont considérées comme normales. Tout autre type d'emploi doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur, mais les informations données dans les catalogues ou les devis du constructeur peuvent tenir lieu d'un tel accord.

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 d'électro-aimants (≤ 72 VA)
	AC-15	Commande de charges électromagnétiques d'électro-aimants (> 72 VA)
Courant continu	DC-12	Commande de charges ohmiques et de charges statiques isolées par photocoupleur
	DC-13	Commande d'électro-aimants
	DC-14	Commande d'électro-aimants ayant des résistances d'économie

4.5 Disponible

4.6 Disponible

4.7 Disponible

4.8 Disponible

4.9 Surtensions de manœuvre

Le paragraphe 4.9 de la CEI 60947-1 est applicable.

4.10 Séparation électrique des éléments de contact

Le constructeur doit préciser si les éléments de contact d'un appareil pour circuit de commande sont électriquement séparés ou non (voir 2.3.3.7).

4.11 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 constructeur 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.

4.12 Auxiliaires automatiques de commande ayant deux éléments de contact ou plus

Les auxiliaires automatiques de commande ayant 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 ayant deux éléments de contact ou plus, réglés séparément, est considéré comme une combinaison d'auxiliaires automatiques de commande.

5 Informations sur le matériel

5.1 Nature des informations

Les informations suivantes doivent être données par le constructeur:

Identification

- a) Nom du constructeur ou marque de fabrique.
- b) Désignation du type ou numéro de série permettant d'obtenir les renseignements relatifs à l'élément de commutation (ou à l'auxiliaire de commande complet) auprès du constructeur ou d'après son catalogue ou d'après l'Annexe A.
- c) CEI 60947-5-1 si le constructeur déclare la conformité à la présente norme.

Valeurs assignées et emplois fondamentaux

- d) Tensions assignées d'emploi (voir 4.3.1.1).
- e) Catégorie d'emploi et courants assignés d'emploi aux tensions assignées d'emploi de l'appareil pour circuits de commande.
- f) Tension assignée d'isolement (voir 4.3.1.2).
- g) Tension assignée de tenue aux chocs (voir 4.3.1.3).
- h) Surtension de manœuvre, s'il y a lieu (voir 4.9).
- i) Code IP, dans le cas d'un appareil pour circuits de commande sous enveloppe (voir 5.1 et Annexe C de la CEI 60947-1).
- j) Degré de pollution (voir 6.1.3.2).
- k) Type et valeurs maximales des caractéristiques assignées des dispositifs de protection contre les courts-circuits (voir 8.3.4.3).
- l) Courant de court-circuit conditionnel.
- m) Aptitude au sectionnement, le cas échéant, avec le symbole 07-13-06 de la CEI 60617-7.
- n) Indication des éléments de contact de même polarité.

5.2 Marquage

5.2.1 Généralités

Le marquage des informations figurant en a) et b) de 5.1 est obligatoire sur la plaque signalétique de l'appareil pour circuits de commande, de manière à pouvoir obtenir des informations complètes auprès du constructeur.

Les marques doivent être indélébiles et facilement lisibles et ne doivent pas être apposées sur des vis ou des rondelles amovibles.

Lorsqu'il y a une place suffisante, les indications de c) à n) doivent figurer sur la plaque signalétique, ou sur l'appareil pour circuits de commande ou autrement dans les documents publiés par le constructeur.

5.2.2 Identification et marquage des bornes

Le Paragraphe 7.1.8.4 de la CEI 60947-1 s'applique.

5.2.3 Repères de fonction

Les organes de commande peuvent être repérés par des symboles gravés. Si un bouton d'arrêt porte un symbole gravé ou marqué sur l'organe de commande, ce symbole doit être un cercle ou un ovale (signifiant 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 sera placé sur une plaquette fixée autour de chaque organe de commande ou située tout à côté de lui.

Les symboles doivent être conformes à la CEI 60417.

5.2.4 Arrêt d'urgence

La forme et la couleur de l'organe de commande, la couleur de la surface située à l'arrière et la direction du déverrouillage des appareils d'arrêt d'urgence à accrochage mécanique doivent être conformes au 4.2 de la CEI 60947-5-5.

5.2.5 Diagramme de fonctionnement

Etant 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 constructeur indique la relation entre les positions de l'organe de commande et les positions correspondantes des éléments de contact.

Il est recommandé que cette relation soit donnée sous forme d'un diagramme de fonctionnement dont la Figure 1 donne des exemples accompagnés de notes explicatives.

5.2.5.1 Indication de la position

L'indication de la position doit être nette; le texte ou les symboles associés doivent être indélébiles et facilement lisibles.

5.2.5.2 Marques des bornes pour les diagrammes de fonctionnement

Les marques des bornes doivent être clairement identifiables compte tenu du diagramme de fonctionnement. Voir aussi l'Annexe M.

5.2.6 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 peut être indiqué pour les éléments de contact qui suivent la première temporisation.

Si plusieurs éléments de contact ont des temporisations réglables, on doit indiquer si elles sont réglables individuellement ou non.

Le constructeur doit indiquer, pour chaque élément de contact temporisé, les caractéristiques du retard selon 2.4.1.1 ou 2.4.1.2.

5.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien

Le paragraphe 5.3 de la CEI 60947-1 est applicable.

5.4 Informations complémentaires

Les informations complémentaires nécessaires pour certains types d'appareils pour circuits de commande doivent être présentées conformément aux règles correspondantes des Annexes J et K.

Ces informations complémentaires doivent être fournies par le constructeur et peuvent être présentées sous la forme d'un schéma de câblage ou figurer dans les instructions d'emploi fournies avec l'appareil pour circuits de commande.

6 Conditions normales de service, de montage et de transport

L'article 6 de la CEI 60947-1 est applicable avec les compléments suivants:

6.1.3.2 Degré de pollution

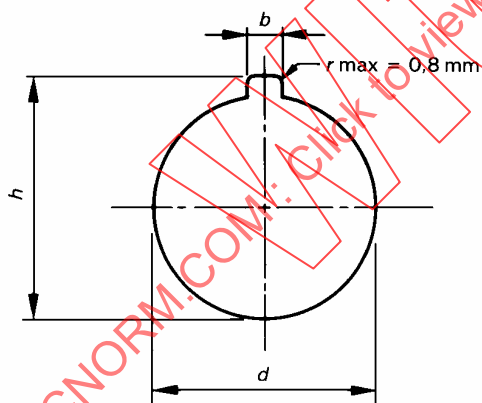
Sauf spécification contraire du constructeur, un appareil pour circuits de commande est prévu pour être installé dans les conditions d'environnement du degré de pollution 3. Toutefois, d'autres degrés de pollution peuvent s'appliquer en fonction du micro-environnement.

6.3.1 Montage des appareils fixés en un seul trou

Les boutons-poussoirs et voyants lumineux fixés en un seul trou sont placés dans un trou circulaire du support, comportant éventuellement un logement rectangulaire pour un ergot.

Les cotes sont indiquées dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Diamètre du trou de fixation et cotes du logement éventuel d'ergot



IEC 902/97

Taille	Diamètre du trou de fixation, d mm	Logement éventuel d'ergot	
		Hauteur, h mm	Largeur, 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 $^{+0,2}_0$

6.3.1.1 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 3.

6.3.1.2 Epaisseur de serrage

L'appareil, muni ou non du joint d'étanchéité prévu par le constructeur, doit pouvoir être monté sur un support de toute épaisseur comprise entre 1 mm et 6 mm, au besoin à l'aide d'une ou de plusieurs pièces d'assemblage fournies à cet effet.

NOTE Le joint d'étanchéité n'est pas normalisé.

6.3.1.3 Groupement des appareils

Lorsque plusieurs appareils de la taille donnée en 6.3.1 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 constructeur, être inférieurs aux valeurs données au Tableau 3.

Tableau 3 – 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 but de servir de guide à l'évolution du matériel; cependant, lorsque des appareils de construction différente doivent être montés ensemble, il appartient à l'utilisateur de vérifier la compatibilité de ces appareils et de s'assurer du respect des distances d'isolement et des lignes de fuite une fois les appareils installés et raccordés.

NOTE Suivant les détails de conception, les raccords, les étiquettes, etc., certains appareils sont susceptibles d'être montés à des distances inférieures à celles données au Tableau 3 selon les indications du constructeur des appareils. D'autre part, certains types d'appareils peuvent exiger des distances plus grandes que celles données au Tableau 3.

7 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement

7.1 Dispositions constructives

Le Paragraphe 7.1 de la CEI 60947-1 s'applique sauf pour 7.1.2, 7.1.3, 7.1.7, 7.1.9 et 7.1.13 avec les compléments suivants:

7.1.1 Matériaux

Les matériaux doivent convenir pour l'emploi particulier et permettre au matériel de satisfaire aux prescriptions d'essais correspondantes.

L'attention doit être spécialement appelée sur les qualités de résistance à la flamme et à l'humidité et sur la nécessité de protéger certains isolants contre l'humidité.

NOTE Les prescriptions sont à l'étude.

7.1.2 Parties transportant le courant et leurs connexions

Les parties transportant le courant doivent avoir la résistance mécanique et le courant de régime nécessaires à l'usage duquel elles sont destinées.

Pour les connexions électriques, aucune pression des contacts ne doit être transmise par des matériaux isolants autres que la matière céramique ou autres matériaux présentant des caractéristiques au moins équivalentes, à moins que les parties métalliques ne possèdent une élasticité suffisante pour compenser tout rétrécissement ou fléchissement éventuel du matériau isolant.

7.1.3 Distances d'isolement et lignes de fuite

Les valeurs minimales sont indiquées aux Tableaux 13 et 15 de la CEI 60947-1.

7.1.4.3 Effort (ou moment) de commande

L'effort (ou le moment) nécessaire pour actionner l'organe de commande doit être compatible avec l'usage prévu. On prendra en considération la taille de l'organe de commande, le type de l'enveloppe ou du panneau, ce qui se trouve autour de l'installation et l'usage auquel l'organe de commande est destiné.

L'effort (ou le moment) initial minimal doit être suffisamment important pour empêcher toute manœuvre par inadvertance; par exemple des boutons-poussoirs et des commutateurs rotatifs destinés à être montés sur des enveloppes satisfaisant au degré de protection IPX5 ou IPX6 ne doivent pas pouvoir être actionnés par la force du jet d'eau appliqué pendant l'essai relatif au matériel sous enveloppe.

7.1.4.4 Limitation de la rotation (d'un commutateur rotatif)

Si les organes de commande utilisés ont un mouvement limité ou unidirectionnel, ils doivent être munis de moyens robustes de limitation capables de supporter cinq fois le moment maximal de commande réel.

7.1.4.5 Arrêt d'urgence

L'organe de commande doit, de préférence, être accroché en position actionnée, le contact de commande étant ouvert. Cet accrochage doit être relâché par une action distincte, par exemple une traction, une rotation ou l'emploi d'une clef.

NOTE Des exigences supplémentaires pour les appareils d'arrêt d'urgence à accrochage sont données dans la CEI 60947-5-5.

7.1.6 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 2.1.19 et 7.1.7 de la CEI 60947-1).

La position d'ouverture d'un auxiliaire de commande apte au sectionnement doit être une position dans laquelle celui-ci peut demeurer lorsque aucun effort de commande ne lui est appliqué.

Afin d'empêcher la refermeture inopinée, la manœuvre des auxiliaires de commande aptes au sectionnement doit pouvoir être empêchée lorsque les éléments de contact sont en position d'ouverture. Cela peut être réalisé par un cadenas ou un verrou ne pouvant être relâché que par un outil spécial ou une clef.

7.1.7 Appareils de classe II pour circuit de commande

Ces appareils ne doivent pas être munis de dispositifs de protection de mise à la terre (voir la CEI 61140).

Pour les appareils de classe II pour circuit de commande isolés par encapsulation, voir l'Annexe F.

7.1.8 Prescriptions pour les appareils pour circuit de commande avec câble faisant partie intégrante de l'appareil

Voir l'Annexe G.

7.2 Dispositions relatives au fonctionnement

Les paragraphes 7.2.1.1 et 7.2.2 de la CEI 60947-1 sont applicables avec les compléments suivants:

7.2.1.2 Limites de fonctionnement des contacteurs auxiliaires

Les limites de fonctionnement des contacteurs auxiliaires doivent être conformes à la CEI 60947-4-1.

7.2.3 Propriétés diélectriques

Le paragraphe 7.2.3 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant.

Pour les appareils de Classe II pour circuit de commande isolés par encapsulation, voir l'Annexe F.

7.2.4 Aptitude à l'établissement et à la coupure dans les conditions normales et anormales de charge

7.2.4.1 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 4, pour les catégories d'emploi et le nombre de cycles de manœuvres indiqués, dans les conditions spécifiées en 8.3.3.5.2.

Au cours de cet essai, les surtensions produites ne doivent pas dépasser les valeurs de tensions de tenue aux chocs déclarées par le constructeur (voir 7.2.6).

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 précisées au Tableau 5, pour les catégories d'emploi indiquées et le nombre de cycles de manœuvres spécifiés au Tableau 5.

7.2.4.2 Disponible

7.2.4.3 Durabilité

Le paragraphe 7.2.4.3 de la CEI 60947-1 est applicable avec les compléments suivants:

a) *Durabilité mécanique*

La durabilité mécanique d'un appareil pour circuits de commande est vérifiée, si nécessaire, par un essai spécial effectué à la discrétion du constructeur. Les instructions pour effectuer cet essai figurent en Annexe C.

b) *Durabilité électrique*

La durabilité électrique d'un appareil pour circuits de commande est vérifiée, si nécessaire, par un essai spécial effectué à la discrétion du constructeur. Les instructions pour effectuer cet essai figurent en Annexe C.

7.2.5 Courant de court-circuit conditionnel

Les éléments de commutation doivent pouvoir supporter les contraintes occasionnées par les courants de court-circuit dans les conditions spécifiées en 8.3.4.

7.2.6 Surtension de manœuvre

Le paragraphe 7.2.6 de la CEI 60947-1 est applicable.

7.2.7 Prescriptions supplémentaires pour les auxiliaires de commande aptes au sectionnement

Les auxiliaires de commande aptes au sectionnement doivent être essayés conformément à 8.3.3.4 de la CEI 60947-1 avec une tension d'essai de valeur spécifiée au Tableau 14 de la CEI 60947-1 correspondant à la valeur de tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} déclarée par le constructeur.

Les autres prescriptions supplémentaires applicables à de tels auxiliaires de commande sont à l'étude.

7.3 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Le paragraphe 7.3 de la CEI 60947-1 est applicable sauf spécification contraire dans la présente norme.

Tableau 4 – Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation dans les conditions normales correspondant aux catégories d'emploi¹⁾

Tableau 4a

Catégorie d'emploi	Etablissement ²⁾			Coupure ²⁾			Durée minimale de passage du courant
	I/I_e	U/U_e		I/I_e	U/U_e		
AC			$\cos \varphi$			$\cos \varphi$	Cycles (à 50 Hz ou 60 Hz)
AC-12	1	1	0,9	1	1	0,9	2
AC-13	2	1	0,65	1	1	0,65	2 ³⁾
AC-14	6	1	0,3	1	1	0,3	2 ³⁾
AC-15	10	1	0,3	1	1	0,3	2 ³⁾
DC			$T_{0,95}$ ms			$T_{0,95}$ ms	Temps ms
DC-12	1	1	1	1	1	1	25
DC-13	1	1	$6 \times P^{6)}$	1	1	$6 \times P^{6)}$	$T_{0,95}$
DC-14	10	1	15	1	1	15	25 ³⁾

Tableau 4b

Séquence, nombre et cadence des manœuvres		
Ordre ⁷⁾	Nombre	Cadence par minute
1	50 ⁴⁾	6
2	10	Rapidement ⁵⁾
3	990	60
4	5 000	6

I_e Courant assigné d'emploi

U_e Tension assignée d'emploi

$P = U_e \times I_e$ Energie absorbée en régime établi, en W

I Courant à établir ou à couper

U Tension avant établissement

$T_{0,95}$ Temps mis pour atteindre 95 % du courant en régime établi

1) Voir 8.3.3.5.2.

2) Pour les tolérances sur les grandeurs d'essai, voir 8.3.2.2.

3) Chacune des deux durées de passage du courant (pour la coupure et pour l'établissement) doit être au moins égale à 2 cycles (ou 25 ms en DC-14).

4) Les 50 premiers cycles de manœuvres doivent être effectués avec la tension d'essai augmentée à $U_e \times 1,1$, le courant d'essai I_e ayant été d'abord réglé avec la tension à U_e .

5) Aussi rapidement que possible tout en assurant une fermeture et une coupure complètes des contacts.

6) La valeur « $6 \times P$ » résulte d'une relation empirique qu'on estime représenter la plupart des charges magnétiques en courant continu jusqu'à la limite supérieure $P = 50$ W, soit $6 \times P = 300$ ms. On admet que les charges ayant une puissance absorbée supérieure à 50 W sont composées de charges plus faibles en parallèle. En conséquence, la valeur 300 ms constitue une limite supérieure, quelle que soit la puissance absorbée.

7) Pour toutes les catégories d'emploi la séquence d'essais doit être dans l'ordre donné.

8 Essais

8.1 Nature des essais

8.1.1 Généralités

Le paragraphe 8.1.1 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.1.2 Essais de type

Les essais de type sont destinés à vérifier la conformité de la conception des appareils pour circuits de commande à la présente norme.

Ils comprennent la vérification des caractéristiques suivantes:

- a) échauffement (voir 8.3.3.3);
- b) propriétés diélectriques (voir 8.3.3.4);
- c) pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation dans les conditions normales (voir 8.3.3.5.2);
- d) pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation dans les conditions anormales (voir 8.3.3.5.3);
- e) fonctionnement au courant de court-circuit conditionnel (voir 8.3.4);
- f) dispositions constructives (voir 8.2);
- g) degré de protection des appareils pour circuits de commande sous enveloppe (voir 8.3.1).

8.1.3 Essais individuels

Les essais individuels sont de la responsabilité du constructeur et sont généralement limités à un examen des organes et à une vérification du fonctionnement mécanique.

Dans certains cas spécifiés dans les Annexes J et K, l'examen est complété par un essai diélectrique.

Lors de son exécution, l'essai diélectrique est effectué conformément à 8.3.3.4 modifié comme suit: la durée minimale imposée d'application de la tension est réduite à environ 1 s et il n'est pas nécessaire d'utiliser la feuille métallique ni d'effectuer les connexions extérieures aux bornes.

Des essais individuels 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.

8.1.4 Essais sur prélèvement

Des essais sur prélèvement doivent être effectués sur les appareils temporisés pour vérifier leur temporisation ou leur domaine de temporisation, fixés par le constructeur.

NOTE Les essais de prélèvement pour la vérification des distances d'isolement conformément à 8.3.3.4.3 de la CEI 60947-1 sont à l'étude.

8.1.5 Essais spéciaux

Ces essais font l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Ils comprennent la vérification de la durabilité (voir Annexe C).

Les essais de durabilité mécanique et électrique doivent être effectués en actionnant l'organe de commande par un appareil répondant aux prescriptions de 8.3.2.1.

8.2 Conformité aux dispositions constructives

Le paragraphe 8.2 de la CEI 60947-1 est applicable, à l'exception de 8.2.5 et de 8.2.6.

8.2.5 Vérification de l'effort (ou moment) de commande

Si cela est requis en 7.1.4.3, l'effort ou le moment minimal de manœuvre doit être vérifié pendant la séquence V de 8.3.1. Le fonctionnement doit être conforme à 7.1.4.3.

8.2.6 Vérification de la limitation de la rotation (d'un commutateur rotatif)

Lorsque cet essai est requis en 7.1.4.4, il doit être effectué pendant la séquence VI de 8.3.1. L'échantillon d'essai doit être monté selon les instructions du constructeur.

Le moment de manœuvre doit être mesuré cinq fois et la valeur maximale enregistrée. La valeur maximale du moment, multipliée par cinq, doit être appliquée à l'organe de commande en le forçant contre le dispositif de limitation. Le moment doit être appliqué pendant 10 s.

L'essai est considéré comme satisfaisant si le dispositif de limitation n'a ni bougé, ni pris du jeu, ni empêché la manœuvre normale de l'organe.

8.3 Fonctionnement

8.3.1 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 (8.3.3.2), le cas échéant
 - Essai n° 2 – Echauffement (8.3.3.3)
 - Essai n° 3 – Propriétés diélectriques (8.3.3.4)
 - Essai n° 4 – Propriétés mécaniques des bornes (8.2.4 de la CEI 60947-1)
- **Séquence d'essais II** (échantillon n° 2)
 - Essai n° 1 – Pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation en conditions normales (8.3.3.5.2)
 - Essai n° 2 – Vérification diélectrique (8.3.3.5.5 b)).
- **Séquence d'essais III** (échantillon n° 3)
 - Essai n° 1 – Pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation en conditions anormales (8.3.3.5.3).
 - Essai n° 2 – Vérification diélectrique (8.3.3.5.5 b)).
- **Séquence d'essais IV** (échantillon n° 4)
 - Essai n° 1 – Fonctionnement au courant de court-circuit conditionnel (8.3.4)
 - Essai n° 2 – Vérification diélectrique (8.3.3.5.5 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 la CEI 60947-1)
 - Essai n° 2 – Vérification de la force ou du moment de commande (paragraphe 8.2.5).

– **Séquence d'essais VI** (échantillon n° 6)

Essai n° 1 – Mesure des distances d'isolement et lignes de fuite, le cas échéant (7.1.3)

Essai n° 2 – Vérification de la limitation de rotation d'un commutateur rotatif (8.2.6).

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 à la demande du constructeur. Cependant, les essais doivent être effectués dans l'ordre des séquences données ci-dessus pour chaque échantillon.

NOTE Pour les appareils pour circuits de commande de classe II isolés par encapsulation, des échantillons supplémentaires sont demandés (voir Annexe F). Pour les appareils pour circuits de commande avec câble faisant partie intégrante de l'appareil, voir l'Annexe G.

8.3.2 Conditions générales pour les essais

8.3.2.1 Exigences générales

Le paragraphe 8.3.2.1 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant:

Les essais doivent être effectués en actionnant l'organe de commande par une machine conforme aux exigences de 8.3.2.1 a) pour un mouvement linéaire ou, dans le cas d'un commutateur rotatif, conformément à 8.3.2.1 b) ou 8.3.2.1 c).

- a) Pour les boutons-poussoirs et/ou auxiliaires de commande associés, l'appareil de commande doit appliquer l'effort (ou le moment) de commande à l'organe de commande dans la direction de mouvement de celui-ci.

L'effort (ou le moment) ou la course de l'appareil de commande doit satisfaire à l'une des conditions suivantes conformément aux instructions du constructeur:

- l'effort (ou le moment) maximal exercé sur l'organe de commande ne doit pas excéder 1,5 fois l'effort (ou le moment) requis pour la course résiduelle maximale de l'élément (ou des éléments) de contact;
- la course résiduelle des éléments de contact devra être comprise entre 50 % et 80 % de la course résiduelle résultant de la conception des éléments de contact.

Pendant toute la partie du cycle de manœuvres au cours de laquelle les contacts se déplacent de la position d'ouverture à la position de fermeture (ou vice versa) ou, au moins, au moment où s'effectue la manœuvre électrique, la vitesse de l'appareil de commande, mesurée à l'endroit où elle touche l'organe de commande, doit être 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 des commutateurs pouvant accomplir des rotations complètes dans les deux sens, un cycle de manœuvres de commande 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 et être suivis du reste de ce nombre total dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. La vitesse angulaire doit être comprise entre 0,5 et 1 tour par seconde.

- c) Pour les commutateurs rotatifs à mouvement limité, la manœuvre doit être effectuée à une vitesse de 1 à 4 révolutions par seconde.

8.3.2.2 Grandeurs d'essai

Le paragraphe 8.3.2.2 de la CEI 60947-1 est applicable, à l'exception de 8.3.2.2.3.

8.3.2.3 Interprétation des résultats d'essais

L'état de l'appareil pour circuits de commande après chaque essai doit être vérifié comme prévu pour chaque essai.

Un appareil pour circuits de commande est considéré comme répondant aux prescriptions de la présente norme s'il satisfait aux prescriptions relatives à chaque essai et/ou séquence d'essais, suivant le cas.

8.3.2.4 Comptes rendus d'essais

Le paragraphe 8.3.2.4 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.3.3 Fonctionnement à vide et dans les conditions de charge normales et anormales

8.3.3.1 Manœuvre

Le paragraphe 8.3.3.1 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.3.3.2 Limites de fonctionnement des contacteurs auxiliaires

Les limites de fonctionnement des contacteurs auxiliaires doivent être conformes à la norme applicable aux contacteurs (voir CEI 60947-4-1).

8.3.3.3 Echauffement

Le paragraphe 8.3.3.3 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant:

Tous les éléments de commutation de l'appareil pour circuits de commande doivent être essayés et tous les éléments de commutation qui peuvent être fermés simultanément doivent être essayés ensemble. Cependant, les éléments de commutation formant partie intégrante d'un mécanisme transmetteur et conçus de telle sorte que les contacts ne puissent pas rester dans la position de fermeture ne sont pas soumis à cet essai.

NOTE Il peut être nécessaire d'effectuer plusieurs essais d'échauffement si l'appareil pour circuit de commande possède plusieurs positions dans lesquelles les éléments de contact sont dans leur position de fermeture.

La longueur minimale de chaque connexion provisoire, mesurée de borne à borne, doit être de 1 m.

8.3.3.4 Propriétés diélectriques

Le paragraphe 8.3.3.4 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant.

Pour les appareils de Classe II pour circuit de commande isolés par encapsulation, voir l'Annexe F.

8.3.3.4.1 Essais de type

Le paragraphe 8.3.3.4.1 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant.

Ajouter, après le deuxième alinéa de 3) c):

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 qui risquent d'être touchées en service, qu'elles soient conductrices ou rendues telles par une feuille métallique;
- entre les parties actives appartenant à des éléments de commutation électriquement séparés.

8.3.3.5 Pouvoirs de fermeture et de coupure

Les essais de vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure doivent être effectués suivant les conditions générales d'essai définies en 8.3.2.1.

8.3.3.5.1 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.

Les éléments de contact adjacents sont considérés comme étant de polarité opposée, sauf prescription contraire du constructeur.

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 montré à la Figure 5. Tout élément de contact adjacent non essayé ne doit pas être connecté.

Les contacts à deux directions de forme C et Za doivent faire l'objet d'essais séparés dans les positions normalement ouverte et normalement fermée connectées selon la Figure 5.

Les éléments de contact de polarité opposée doivent être connectés selon le circuit montré à la Figure 6. Les éléments de contact adjacents de polarité opposée non essayés doivent être connectés ensemble à l'alimentation, comme indiqué.

Les contacts à deux directions de forme Zb doivent faire l'objet d'essais séparés dans les positions normalement ouverte et normalement fermée mais avec les deux bornes de la position opposée connectées à l'alimentation, comme indiqué à la Figure 6 pour un contact adjacent de polarité opposée.

Si les manœuvres de fermeture et de coupure nécessitent des valeurs différentes, le circuit de la Figure 7 doit représenter la charge L_d des Figures 5 et 6.

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 absorbant 3 % de la puissance totale consommée (voir Figure 7).

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 montrées à la Figure 9. Un exemple de charge à noyau en fer est donné à l'Annexe B à titre indicatif.

La tension et le courant d'essai doivent être conformes aux Tableaux 4 et 5. Le circuit d'essai utilisé doit être indiqué dans le rapport d'essai.

8.3.3.5.2 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 4, 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 $1,1 U_e$;
- 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 constructeur).

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 faites à 10 s d'intervalle ou aussi vite que le permet l'appareil.

Pour les contacts auxiliaires d'un appareil de commutation, par exemple contacteur, disjoncteur, le nombre de cycles de manœuvre doit être identique à celui requis pour la vérification de la tenue aux performances opérationnelles conventionnelles de l'appareil de commutation (voir la norme de produit appropriée).

8.3.3.5.3 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 5.

8.3.3.5.4 Disponible

8.3.3.5.5 Résultats à obtenir

- a) Pendant les essais de 8.3.3.5.2 et 8.3.3.5.3, il ne doit y avoir aucune défaillance électrique ou mécanique, de soudure de contact ou d'arc prolongé, et les fusibles ne doivent pas fondre.
- b) Après les essais de 8.3.3.5.2 et 8.3.3.5.3, le dispositif doit supporter une tension d'essai à fréquence industrielle égale à $2 U_e$, mais non inférieure à 1 000 V, appliquée comme spécifiée en 8.3.3.4.1.

8.3.4 Fonctionnement au courant de court-circuit conditionnel

8.3.4.1 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.

8.3.4.2 Modalités des essais

L'élément de commutation peut être manœuvré plusieurs fois avant l'essai, sans charge ou avec tout courant ne dépassant pas le courant assigné.

Un élément à contact à deux bornes doit être essayé avec l'organe de commande dans la position correspondant à la position de fermeture de l'élément de commutation en essai.

L'élément de contact à essayer doit être en série avec le dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC), l'impédance de charge et un dispositif de commutation séparé dans un circuit monophasé comme indiqué à la Figure 8. Les caractéristiques d'essai doivent être conformes à 8.3.4.3.

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 comportant à la fois des éléments de contact à deux bornes et des éléments de contact à deux directions, il convient que les deux types soient essayés.

Chaque élément de contact peut être essayé sur un appareil pour circuit de commande distinct.

8.3.4.3 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 ayant le type et les caractéristiques indiqués par le constructeur; 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 constructeur mais pas moins de 100 A, à un facteur de puissance compris entre 0,5 et 0,7, et à la tension assignée de fonctionnement. Aucune charge d'amortissement ne doit être ajoutée en parallèle. La tension en circuit ouvert doit être égale à 1,1 fois la tension maximale assignée de fonctionnement de l'élément de commutation.

L'élément de commutation doit être connecté au circuit en utilisant une longueur totale de 1 m de câble convenant au courant d'emploi de l'élément de commutation.

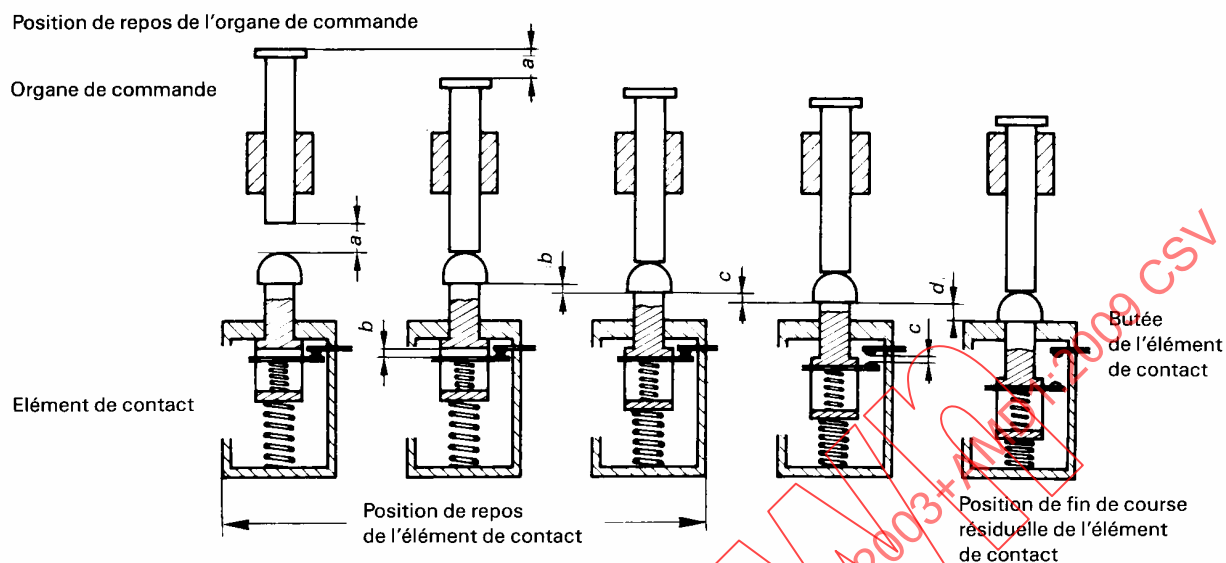
8.3.4.4 Etat de l'élément de commutation après l'essai

- a) Après l'essai de court-circuit, il doit être possible d'ouvrir les éléments de commutation au moyen du mécanisme normal de commande.
- b) Après l'essai, l'appareil doit supporter la tension d'essai à fréquence industrielle égale à $2 U_e$ mais non inférieure à 1 000 V, appliquée comme spécifié en 8.3.3.4.1.

Numéro de l'exemple	Disposition du ou des éléments de contact	Positions de l'organe de commande					
		1	2	3	4	5	
1		x					Elément de contact fermé pour la seule position 1 de l'organe de commande.
2			x		x		Elément de contact fermé pour les positions 2, 4 et 5 de l'organe de commande.
3			x				Deux éléments de contact utilisés comme éléments de contact à 2 directions avec 3 bornes.
4				x			Elément de contact avec contact de passage fermé entre les positions 2 et 3 de l'organe de commande.
5		x		x		x	Elément de contact avec contact de passage ouvert entre les positions 3 et 4 de l'organe de commande.
6					x	x	Elément de contact à contact maintenu entre les positions 4 et 5 de l'organe de commande.
7		x	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 (*).
9		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			
(*) 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.							

422.89

Figure 1 – Exemples de la méthode recommandée pour représenter un diagramme de fonctionnement d'un commutateur rotatif



IEC 903/97

- a Course d'approche de l'organe de commande
- b Course d'approche de l'élément de contact
- c Valeur minimale requise pour la distance entre contacts ouverts
- d Course résiduelle de l'élément de contact

$b + c + d$ Course totale de l'élément de contact

$a + b + c + d + e$ * Course totale de l'organe de commande

*NOTE 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 3), la course résiduelle de l'organe de commande peut être supérieure à la course résiduelle de l'élément de contact d'une quantité e .

Figure 2 – Manœuvre des boutons-poussoirs

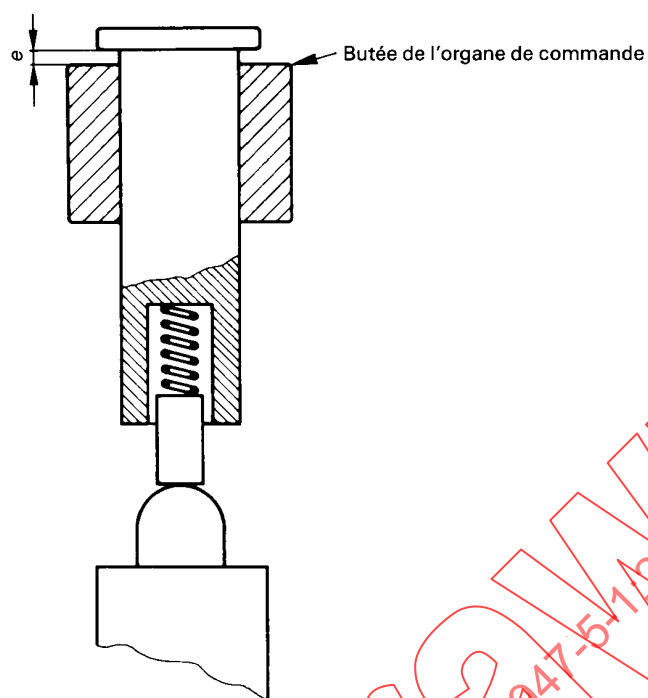


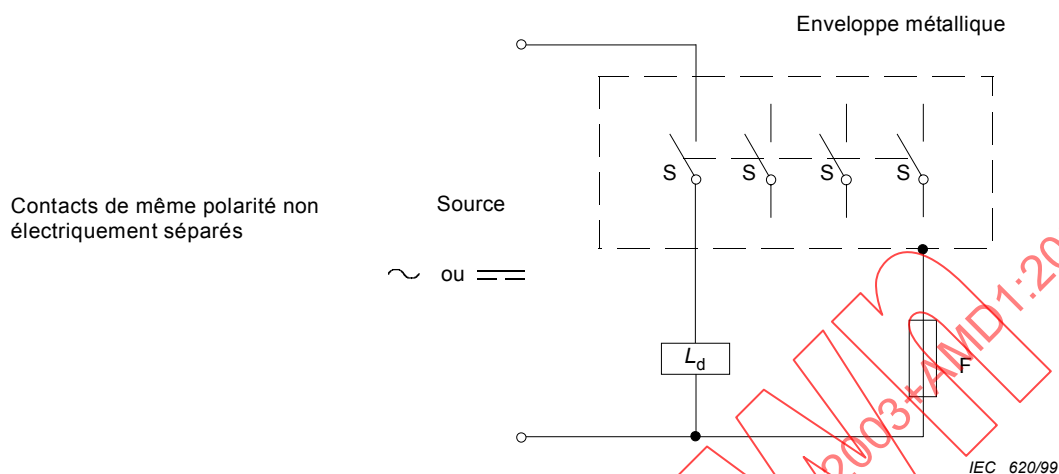
Figure 3 – Différence e entre la course résiduelle de l'organe de commande et celle de l'élément de contact

N° de figure	Figure	Symboles	Forme	Description
4a)		 Note 1	A	Elément de contact à simple coupure à deux bornes
		 Note 1	B	
4b)		 Note 1	X	Elément de contact à double coupure à deux bornes
		 Note 1	Y	
4c)		 Note 1	C	Elément de contact à deux directions à simple coupure à trois bornes
4d)		 Note 1	Za	Elément de contact à deux directions à double coupure à quatre bornes Note – Les contacts sont de même polarité
4e)			Zb	Elément de contact à deux directions à double coupure à quatre bornes (Les deux contacts mobiles sont électriquement séparés) Note – Les configurations associant des contacts électriquement séparés sont également couvertes par Zb

NOTE 1 Symboles conformes à la CEI 60617.

Figure 4 – Exemples d'éléments de contact (schémas)

Circuits d'essai
(voir 8.3.3.5)
Auxiliaires de commande multipolaires

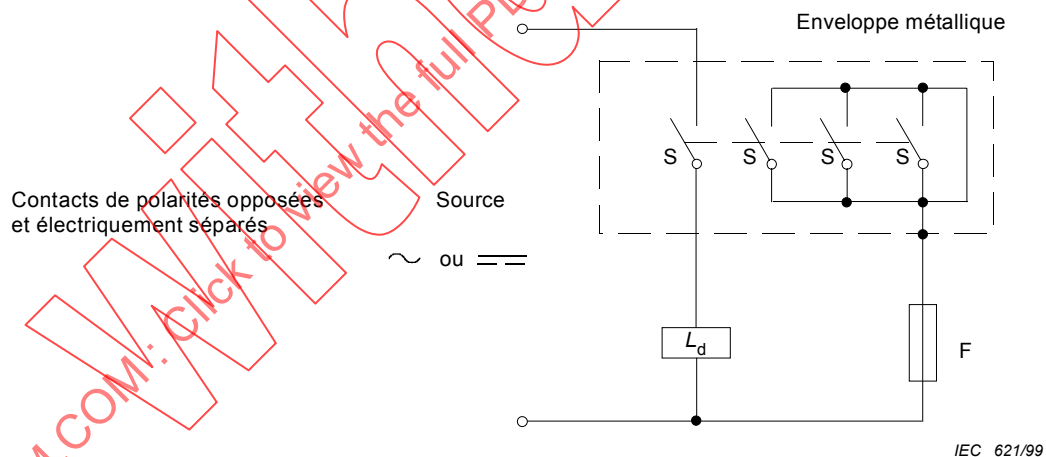


L_d : Charge suivant la Figure 7

F: Fusible ou dispositif de mesure d'isolement

S: Élément de contact (à fermeture ou à ouverture)

**Figure 5 – Circuits d'essai – Auxiliaires de commande multipolaires –
Contacts de même polarité non électriquement séparés**



L_d : Charge suivant la Figure 7

F: Fusible ou dispositif de mesure d'isolement

S: Élément de contact (à fermeture ou à ouverture)

**Figure 6 – Circuits d'essai – Auxiliaires de commande multipolaires –
Contacts de polarité opposée et électriquement séparés**

Circuits d'essai
(voir 8.3.3.5)

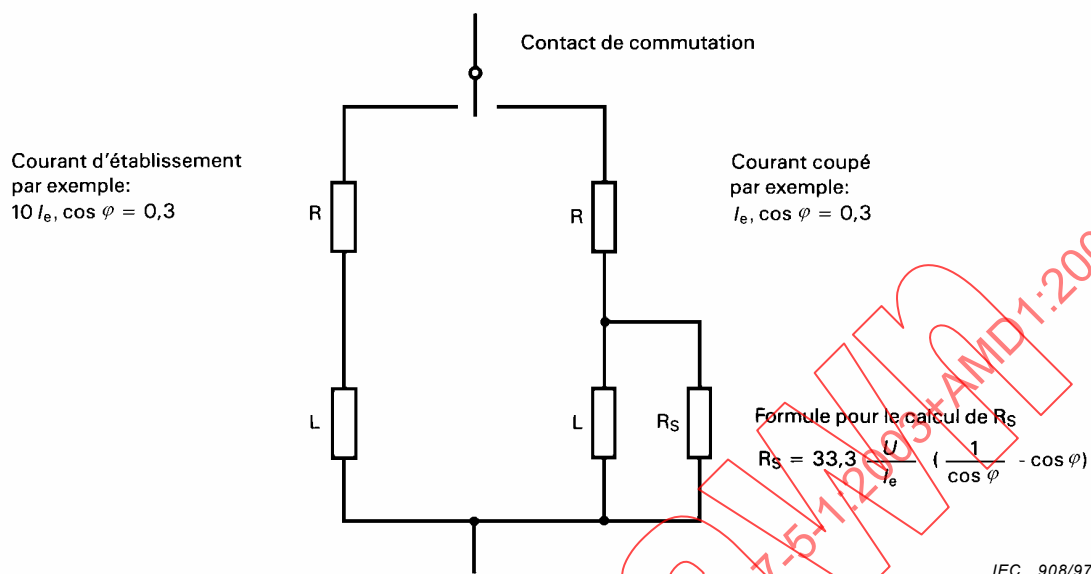
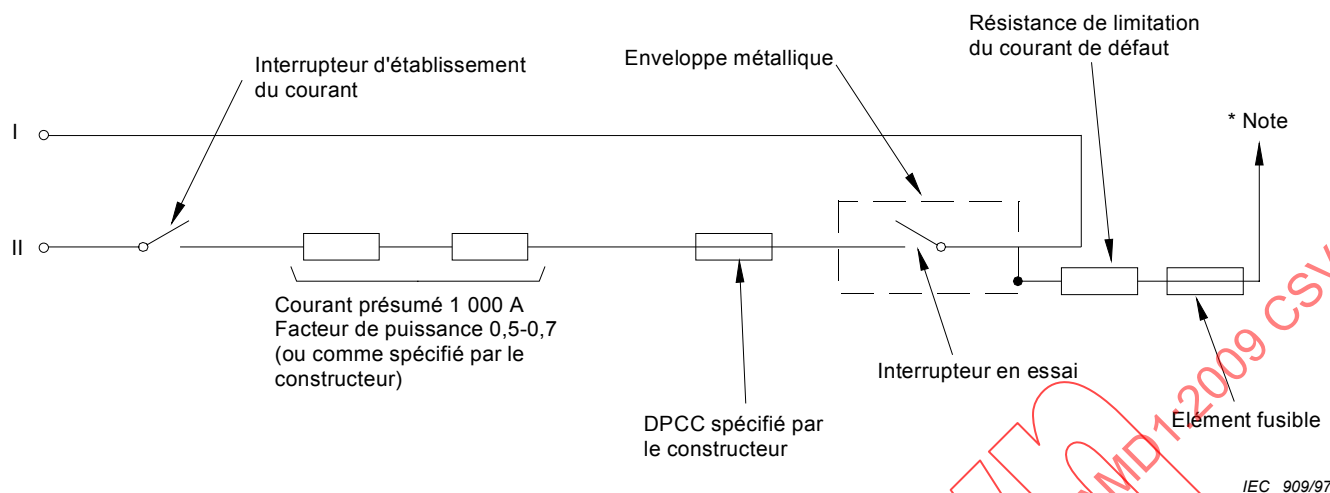


Figure 7 – Détails de la charge L_d pour des conditions d'essais demandant des courants d'établissement et de coupure et/ou des facteurs de puissance (ou des constantes de temps) de valeurs différentes



NOTE A brancher alternativement en I ou II au cours des essais successifs

Figure 8 – Circuit d'essai au courant de court-circuit conditionnel (voir 8.3.4.2)

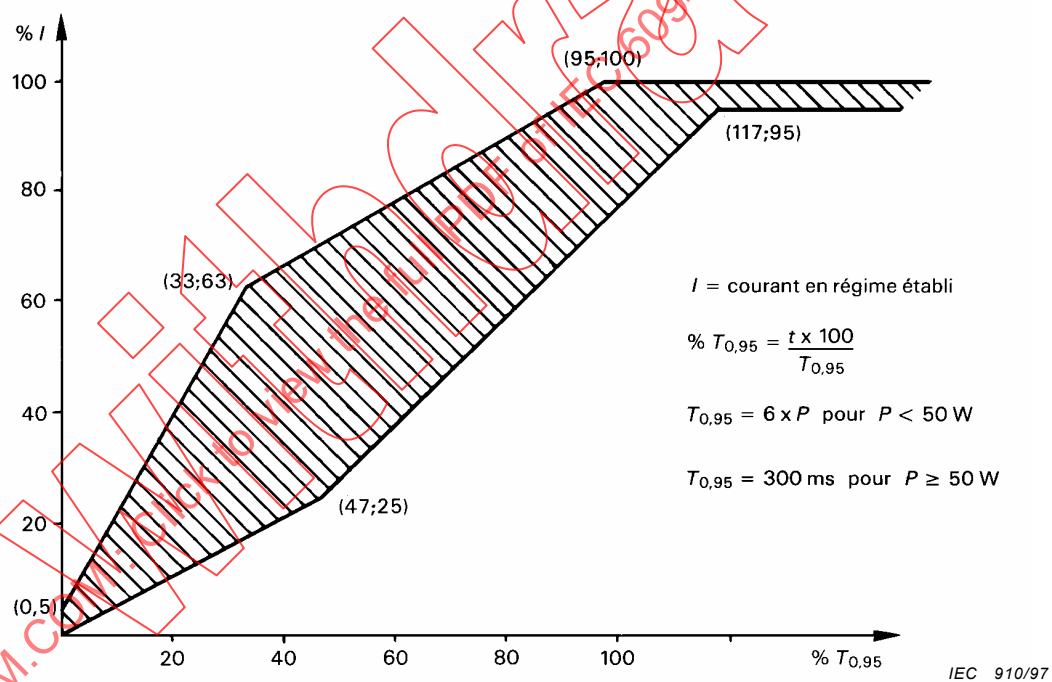


Figure 9 – Limites courant/temps pour circuits d'essai en courant continu (voir 8.3.3.5.3)

Annexe A (normative)

Caractéristiques électriques assignées suivant les catégories d'emploi (voir 3.1)

**Tableau A.1 – Exemples de désignation des caractéristiques assignées des contacts
suivant les catégories d'emploi**

Désignation ¹⁾	Catégorie d'emploi	Courant thermique sous enveloppe conventionnel I_{the} A	Courants assignés d'emploi I_e (A) aux tensions d'emploi U_e						Valeurs assignées VA	
<i>Courant alternatif</i>			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
<i>Courant continu</i>			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	0,1	–	–	–	–	28	28
									M = établissement B = coupure	

NOTE 1 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. Il convient que la tension assignée d'isolement U_i soit au moins égale au nombre qui suit la lettre.

NOTE 2 Le courant assigné de fonctionnement I_e (A), la tension assignée de fonctionnement U_e (V) et la puissance apparente de coupure B (VA) sont associés par la formule $B = U_e \cdot I_e$.

Tableau A.2 – Exemples de caractéristiques d'élément de commutation pour 50 Hz et/ou 60 Hz ¹⁾

Elément de commutation caractéristiques Désignation	Courant assigné de fonctionnement I_e A	Courant assigné de fermeture A				Courant minimal de fonctionnement A	Courant maximal à l'état non passant 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

¹⁾ La tension assignée de fonctionnement doit être spécifiée par le constructeur.

Tableau A.3 – Exemples de caractéristiques d'élément de commutation pour courant continu ¹⁾

Elément de commutation Désignation	Courant assigné de fonctionnement I_e A	Courant assigné de fermeture A			Courant maximal à l'état non passant 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

¹⁾ La tension assignée de fonctionnement doit être spécifiée par le constructeur.

Annexe B (normative)

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 ($T_{0,95}$) de 6 ms par watt ou moins.

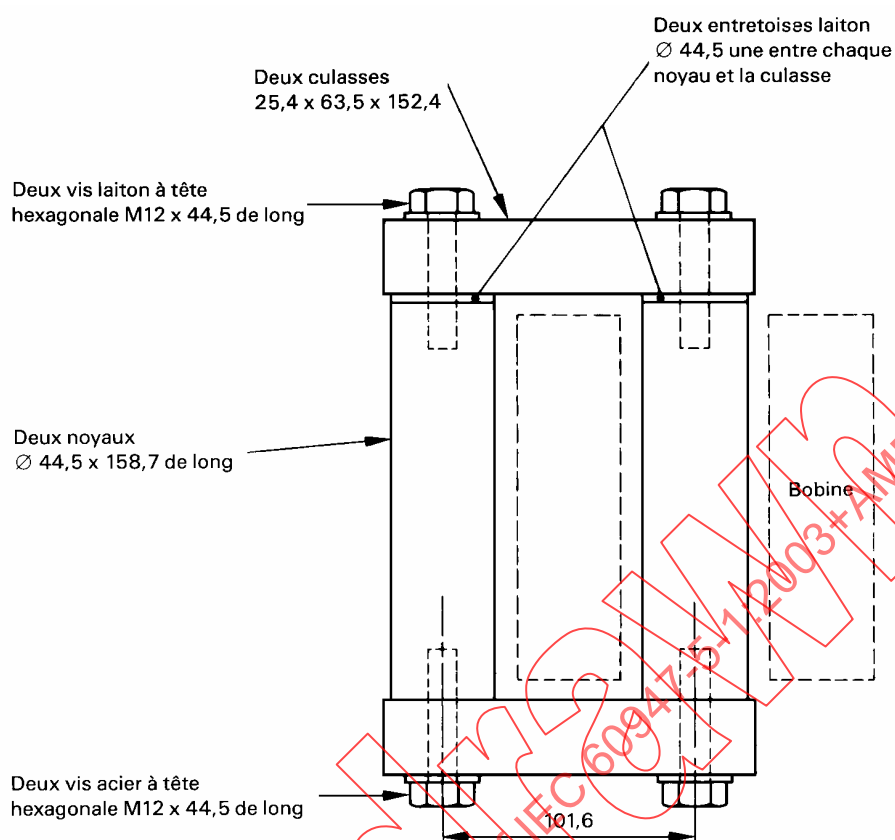
B.2 Construction

On peut utiliser les charges d'essai inductives suivantes pour se rapprocher des charges exercées sur les contacts utilisés pour 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 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.) A 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 muni de l'entretoise non magnétique, et des vis en acier doivent être utilisées à l'autre extrémité.

Une bobine ayant les caractéristiques d'enroulement données en 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 en 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

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 V	Nombre de tours	Section du fil mm ²	Résistance approximative de la bobine Ω	Limite du courant avec résistance en série A	Puissance à la tension d'essai 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

Annexe C (normative)

Essais spéciaux – Essais de durabilité

C.1 Généralités

C.1.1 Déclaration de durabilité

Les essais spéciaux de durabilité (voir 7.2.4.3) décrits dans cette annexe sont réalisés à la discrétion du constructeur. Si le constructeur déclare une durabilité mécanique et/ou une durabilité électrique, la valeur doit correspondre aux essais spéciaux décrits respectivement en C.2 et/ou C.3.

NOTE Les deux types de durabilité s'appliquent aux appareils pour circuits de commande complets.

Les deux types de durabilité s'expriment par un nombre de cycles de manœuvres (voir C.2.1 et/ou C.3.1).

Les nombres préférentiels de cycles de manœuvres déclarés pour l'un ou l'autre type de durabilité sont 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 – 1 – 3 – 10 – 30 ou 100 millions.

C.1.2 Modalités des essais

C.1.2.1 Remarques générales

Tout essai doit être effectué selon les conditions générales définies en 8.3.2.1, et à une fréquence égale ou supérieure à celle déclarée par le constructeur. Les pièces mobiles de l'appareil doivent attendre les positions de fonctionnement maximales dans chacune des directions recommandées par le constructeur.

Les résultats d'essai sont vérifiés par analyse statistique en suivant les méthodes d'essai *simple 8* (voir C.1.2.2) ou *double 3* (voir C.1.2.3).

Le constructeur peut déclarer une endurance mécanique basée sur les essais de produits analogues.

NOTE L'essai *simple 8* ou l'essai *double 3* sont tous les deux donnés dans la CEI 60410 (voir Tableaux X-C-2 et X-D-2). Ces deux essais ont été choisis pour tester un nombre limité d'appareils pour circuit de commande et obtenir les mêmes caractéristiques statistiques (niveau de qualité acceptable 10 %). D'autres méthodes donnant un niveau de qualité acceptable de 10 % peuvent être utilisées.

C.1.2.2 Essai simple 8

Huit appareils pour circuits de commande doivent être essayés suivant le nombre déclaré de cycles de manœuvres.

S'il n'y a pas plus de deux appareils défectueux, l'essai est considéré comme satisfaisant.

C.1.2.3 Essai double 3

Trois appareils pour circuits de commande doivent être essayés suivant le nombre déclaré de cycles de manœuvres.

L'essai est considéré comme satisfaisant s'il n'y a pas de défaillance et non satisfaisant s'il y a plus d'une défaillance. Lorsqu'il y a une seule défaillance, trois appareils pour circuits de commande supplémentaires sont essayés selon le nombre assigné de cycles de manœuvres et, à condition qu'il n'y ait pas de défaillance supplémentaire, l'essai est considéré comme satisfaisant.

C.1.3 Critère de défaillance

Pendant l'essai du contact électrique décrit en C.2.2 et C.3.2, il ne doit se produire aucune défaillance électrique et/ou mécanique. A la suite de l'essai, l'élément de commutation doit supporter l'essai diélectrique de 8.3.3.4 avec une tension d'essai égale à $2 U_e$ avec un minimum de 1 000 V.

C.2 Durabilité mécanique

C.2.1 Généralités

La durabilité mécanique d'un appareil pour circuit de commande est définie comme le nombre de cycles de manœuvres à vide qui sera atteint ou dépassé par 90 % de tous les appareils testés, sans réparation ou remplacement d'aucune partie.

C.2.2 Modalités de l'essai

Les essais sont réalisés conformément à C.1.2.

Durant l'essai, périodiquement, les contacts doivent être contrôlés à une tension et à un courant choisis par le constructeur, et il ne doit pas y avoir de défaillance (voir C.1.3).

C.3 Durabilité électrique

C.3.1 Généralités

La durabilité électrique d'un appareil pour circuit de commande est définie comme le nombre de cycles de manœuvres en charge qui sera atteint ou dépassé par 90 % de tous les appareils essayés, sans réparation ou remplacement d'aucune partie.

C.3.2 Conditions d'essai

Les essais de durabilité électriques sont réalisés en faisant fonctionner l'appareil dans les conditions définies au Tableau C.1, conformément à C.3.2.1 en courant alternatif ou à C.3.2.2 en courant continu.

Chaque cycle de manœuvre mécanique doit comprendre une interruption du courant d'essai.

La durée du courant ne doit pas être supérieure à 50 % ni inférieure à 10 % de la durée d'un cycle de manœuvres. Si le circuit d'essai décrit en Figure C.1 est utilisé, la durée du courant sous dix fois I_e doit être telle qu'elle ne cause pas un excès d'échauffement.

On peut aussi effectuer cet essai sur la charge réelle pour laquelle l'auxiliaire de commande est prévu.

Tableau C.1 – Pouvoir de fermeture et de coupure pour les essais de durabilité électrique

Nature du courant	Catégorie d'emploi	Etablissement			Coupure		
Alternatif	AC-15	I	U	$\cos \varphi$	I	U	$\cos \varphi$
		$10 I_e$	U_e	$0,7^{1)}$	I_e	U_e	$0,4^{1)}$
Continu ²⁾	DC-13	I	U	$T_{0,95}$	I	U	$T_{0,95}$
		I_e	U_e	$6 \times P^{3)}$	I_e	U_e	$6 \times P^{3)}$
I_e Courant assigné d'emploi U_e Tension assignée d'emploi $P = U_e \times I_e$ Puissance absorbée en régime établi en W I Courant à établir ou à couper U Tension $T_{0,95}$ Temps mis pour atteindre 95 % du courant en régime établi en millisecondes							
1) Les facteurs de puissance indiqués sont des valeurs conventionnelles et ne s'appliquent qu'aux circuits qui simulent les caractéristiques électriques des circuits de bobine. Il convient de noter que, pour des circuits de facteur de puissance égal à 0,4, le circuit d'essai comporte des résistances en parallèle pour simuler l'effet d'amortissement des pertes de l'électroaimant réel par courants de Foucault. 2) Pour les charges électromagnétiques en courant continu dotées d'appareils de connexion introduisant une résistance d'économie, le courant assigné d'emploi doit être au moins égal à la valeur maximale du courant d'appel. 3) La valeur «$6 \times P$» résulte d'une relation empirique qu'on estime représenter la plupart des charges magnétiques en courant continu jusqu'à la limite supérieure $P = 50$ W, soit $6 \times P = 300$ ms. On admet que les charges ayant une puissance absorbée supérieure à 50 W sont composées de charges plus faibles en parallèle. En conséquence la valeur 300 ms constitue une limite supérieure quelle que soit la puissance absorbée.							

C.3.2.1 Essais en courant alternatif

On utilise un circuit conforme à la Figure C.1, comprenant

- un circuit d'établissement, formé d'une inductance sans fer, en série avec une résistance, ayant un facteur de puissance de 0,7 et parcouru par un courant de $10 I_e$;
- un circuit de coupure, formé d'une inductance sans fer, en série avec une résistance, le tout étant en parallèle avec une résistance parcourue par environ 3 % du courant de coupure I_e de façon que le facteur de puissance global soit de 0,4.

Si l'élément de contact a une durée de rebondissement inférieure à 3 ms, on peut effectuer l'essai avec le circuit simplifié conforme à la Figure C.2.

Le compte rendu d'essai doit préciser le circuit d'essai utilisé.

C.3.2.2 Essais en courant continu

Les circuits à utiliser doivent être constitués:

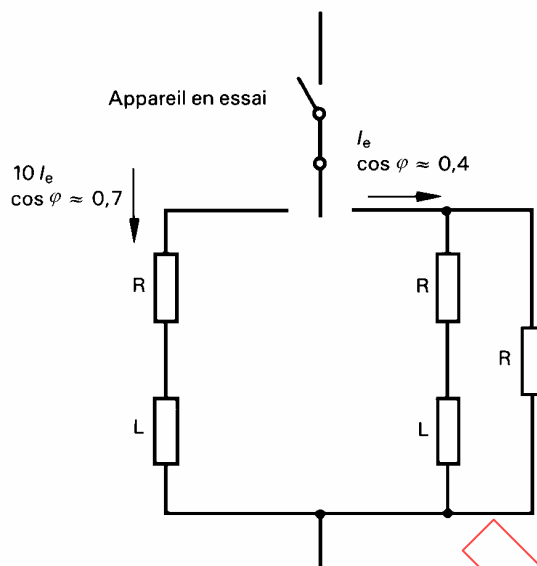
- a) d'une inductance sans fer en série avec une résistance.

Une résistance doit être reliée aux bornes de l'ensemble du circuit d'essai en vue de représenter l'amortissement dû aux courants de Foucault; la valeur de la résistance doit être telle que 1 % du courant d'essai traverse cette résistance; ou,

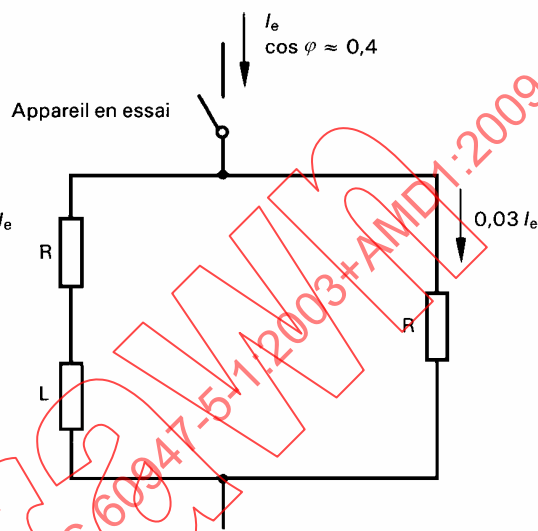
- b) d'une inductance à noyau de fer, en série avec une résistance si nécessaire, afin d'obtenir une durée $T_{0,95}$ de la valeur indiquée au Tableau C.1.

On doit vérifier, par relevé oscillographique, que le temps mis pour atteindre 95 % du courant établi est égal à la valeur donnée au Tableau C.1 ± 10 % et que le temps pour atteindre 63 % du courant établi est égal au tiers de la valeur donnée au Tableau C.1 ± 20 %.

Circuits d'essai en courant alternatif (voir C.3.2.1)



IEC 912/97



IEC 913/97

Figure C.1 – Circuit normal
(voir C.3.2.1)

Figure C.2 – Circuit simplifié
(voir C.3.2.1)

Annexe D

Disponible

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-5-1:2003+AMD1:2009 CSV

Withdawn

Annexe E (normative)

Points faisant l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur

NOTE Dans le cadre de cette annexe:

- le mot «accord» s'entend dans un sens très large.
- le mot «utilisateur» comprend les stations d'essai.

L'Annexe J de la CEI 60947-1 est applicable en ce qui concerne les articles et les paragraphes auxquels se réfère la présente norme, avec les compléments suivants:

Numéro d'article ou de paragraphe de la présente norme	Point
5.2.5	Relation entre les positions de l'organe de commande des commutateurs rotatifs et les positions correspondantes des éléments de contact dans le diagramme de fonctionnement (indication du constructeur)
5.2.6	Caractéristiques de la temporisation des éléments de contact retard réglable des contacteurs auxiliaires temporisés (indication du constructeur)
6.1.1 (Annexe K)	Choix des conducteurs de raccordement pour les interrupteurs de position à manœuvre positive d'ouverture
8.3.1	Séquences d'essais effectuées sur un seul échantillon (demande du constructeur)
8.3.4.3	Essai au courant de court-circuit conditionnel: – valeur de réglage du circuit d'essai si le courant présumé est différent de 1 000 A (spécification du constructeur) – facteur de puissance du circuit d'essai inférieur à 0,5 (accord du constructeur)

Annexe F (normative)

Appareils de classe II pour circuit de commande isolés par encapsulation Prescriptions et essais

F.1 Généralités

Cette annexe spécifie les exigences constructives et les essais pour les appareils de classe II pour circuit de commande ou des parties de ces appareils dans lesquels l'isolation de classe II, selon la CEI 61140, est obtenue par encapsulation.

Toutes les parties non encapsulées doivent avoir des distances d'isolement et des lignes de fuite égales au double de celles spécifiées en 7.1.3.

F.2 Définitions

Pour les besoins de la présente annexe, les définitions suivantes s'appliquent:

F.2.1 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

F.2.1.1 enrobage

procédé de revêtement complet d'un (ou de) matériel(s) électrique(s) consistant à verser sur celui-ci (ceux-ci) un compound dans un moule et à retirer du moule le (les) matériel(s) revêtu(s) après solidification du compound

F.2.1.2 empotage

procédé d'enrobage dans lequel le moule reste attaché au(x) matériel(s) électrique(s) revêtu(s)

F.2.2 compound

les matériaux thermodurcissables, thermoplastiques à solidification par catalyse ou élastomères avec ou sans charges et/ou additifs, sont considérés comme des compounds après leur solidification

F.2.3 gamme de température du compound

le compound doit être adapté à la gamme de température ambiante définie en 6.1.1 de la CEI 60947-1

F.5 Marquage

Les appareils de commande conformes à cette annexe doivent être marqués avec le symbole



Il s'agit du symbole 60417-2-IEC-5172.

F.7 Exigences fonctionnelles et constructives

F.7.1 Choix du compound

Le compound doit être choisi de telle façon que les appareils de commande encapsulés satisfassent aux essais définis en F.8.

F.7.2 Adhérence du compound

L'adhérence du compound doit être suffisante pour éviter la pénétration d'humidité entre le compound et toutes les parties encapsulées et éviter tout mouvement de la portion de câble encapsulée.

La conformité doit être vérifiée par les essais F.8.1.2.5 et F.8.1.2.2.

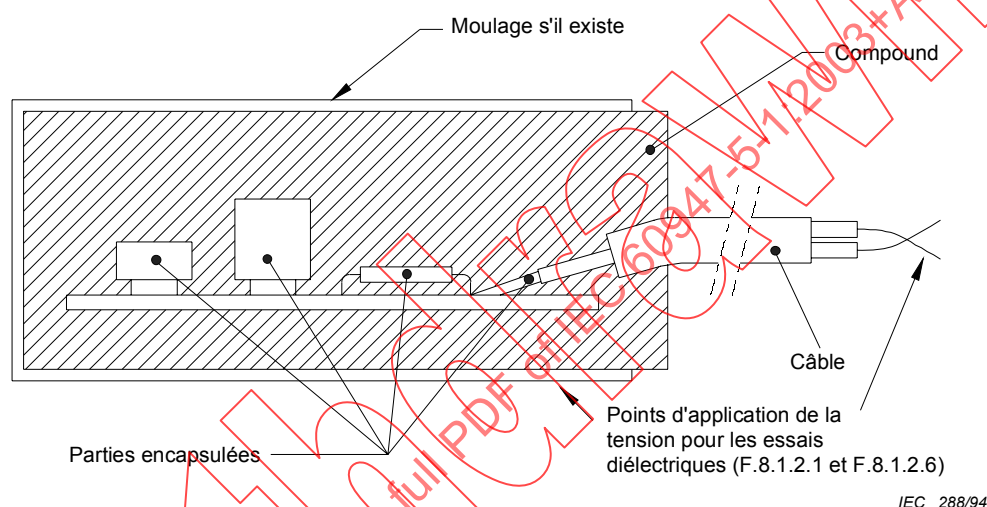


Figure F.1 – Isolation par encapsulation

F.7.3 Caractéristiques diélectriques

Le paragraphe 7.2.3 est applicable avec les modifications suivantes.

Pour la vérification de la tension de tenue aux chocs, la tension d'essai U_{imp} doit être celle de la catégorie immédiatement supérieure à la tension assignée maximale d'emploi dans la première colonne du Tableau H.1 de la CEI 60947-1 pour la catégorie de surtension déclarée.

Pour la vérification de la tension de tenue à fréquence industrielle, la tension d'essai doit être la somme de la tension indiquée au Tableau 12A de la CEI 60947-1 plus 1 000 V.

F.8 Essais

F.8.1 Type d'essais

F.8.1.1 Généralités

Le paragraphe 8.1.1 de la CEI 60947-1 est applicable.

F.8.1.2 Essai de type

La séquence suivante de 6 essais doit être appliquée à chacun des 3 échantillons dans l'ordre spécifié.